

1. ... Ca. ...  
Biblioteca  
HD 9465. P67. G37  
2001 51542

X961173792

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA**  
**INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO**



**MESTRADO EM ECONOMIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO**

**INCIDÊNCIAS TERRITORIAIS NA GESTÃO DOS RECURSOS DA  
PESCA: INSTRUMENTOS DE ANÁLISE E DE APOIO À DECISÃO**

Pedro Miguel Moreira Lopes Garcês

**Orientação:** Doutor Manuel Brandão de Vasconcelos Alves

**Constituição do Júri:**

**Presidente:** Doutor Manuel Brandão de Vasconcelos Alves, professor catedrático do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa;

**Vogais:** Doutor Rui Manuel Estanco Junqueira Lopes, professor catedrático do Departamento de Economia da Universidade de Évora;

Doutor Manuel Francisco Pacheco Coelho, professor auxiliar do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa.

Setembro/2001

*A meus Pais*



## Agradecimentos



Ao meu orientador pela orientação metodológica e por todas as sugestões e críticas efectuadas.

À minha esposa, sem a qual não teria sido possível a realização desta dissertação.

Aos meus colegas e amigos Paulo Carrasco e Georgete Andraz, pelo apoio e encorajamento dado durante a execução desta dissertação.

# INCIDÊNCIAS TERRITORIAIS NA GESTÃO DOS RECURSOS DA PESCA: INSTRUMENTOS DE ANÁLISE E DE APOIO À DECISÃO

Pedro Miguel Moreira Lopes Garcês

Mestrado em: Economia e Gestão do Território

Orientador: Doutor Manuel Brandão Alves

Provas concluídas em:



## RESUMO

O presente estudo tem como objecto a política de gestão dos recursos da pesca e os seus instrumentos de análise e de apoio à decisão, considerando a sua dimensão espacial. Refere os principais modelos biológicos subjacentes a qualquer modelo bio-económico, explanando a análise estática e dinâmica da exploração óptima de *stocks* de acordo com o modelo tradicional de Gordon e Schaefer.

São explicitados os principais objectivos de uma política de gestão dos recursos da pesca e os instrumentos que podem contribuir para a prossecução dos mesmos.

É efectuada uma revisão bibliográfica da aplicação dos modelos de programação multi-objectivo à gestão dos recursos da pesca e explicitada a sua contribuição no contexto do processo de decisão do sector.

Realiza-se uma aplicação à gestão de um recurso utilizando um modelo bio-económico e explicita-se uma forma de este instrumento reflectir as diferenças territoriais.

Efectua-se ainda uma aplicação da programação por metas para a distribuição da quota nacional do recurso pelas organizações de produtores.

**Palavras chave:** recursos renováveis, pescas, espaço, território, bio-economia, multi-objectivo.

## ABSTRACT

This study aims analysing fishery resources management policies. It also studies its instruments of analyse for supporting decision process within a spatial perspective.

It reviews the main stock assessment methodologies which are used in every bioeconomic model. Optimal exploitation of fisheries resources is analysed according to Static and dynamic perspective assuming traditional Gordon and Schaefer hypotheses.

The main objectives and instruments of fisheries management policies is presented.

A bibliographic review of the multiobjective programing applied to fisheries management is made as well as its contribution to the decision process within the economic activity.

A bioeconomic modelling is applied to the management of a resource, and a form of reflecting the variable space to the modelling is referred. An application of goal programming for the distribution of national quota amongst producers organization is carried out in this study.

**Keywords:** renewable resources, fisheries, spatial, territory, bioeconomics, multiobjective

## Índice

Introdução	1
1. Caracterização dos aspectos biológicos e económicos da exploração dos recursos da pesca	3
1.1.- Características biológicas dos recursos da pesca e os modelos de crescimento natural	3
1.2.- Características económicas e tecnológicas da exploração dos recursos da pesca	14
1.3.- Consideração da variável espaço e suas implicações	22
2. Contribuição dos modelos bio-económicos para as políticas de gestão dos recursos da pesca	29
2.1. – Introdução aos modelos bio-económicos	29
2.2. – Análise estática da exploração óptima de <i>stocks</i>	32
2.3. – Análise dinâmica da exploração óptima de <i>stocks</i>	45
2.4. – Consideração da variável espaço na análise dinâmica da exploração óptima de <i>stocks</i>	57
3. Objectivos e instrumentos na gestão dos recursos da pesca	60
3.1.- A caracterização dos objectivos	60
3.2. – Caracterização dos instrumentos e a prossecução dos objectivos	66
3.3.- A gestão das externalidades territoriais e a diferenciação espacial das políticas de gestão das pescas	80

4. Os Modelos de programação multi-objectivo como instrumento de análise e de apoio à decisão	85
4.1.- Os modelos de programação multi-objectivo e o processo de decisão	85
4.2. - Os modelos de programação multi-objectivo e a sua contribuição para a resolução de problemas multi-regionais	89
4.3.- Aplicações relevantes à gestão dos recursos da pesca	93
5. Aplicação à gestão de um recurso em território nacional	100
5.1. - Caracterização da frota de cerco e da fileira da sardinha	100
5.2. – A política actual de gestão do recurso	111
5.3 – Aplicação de instrumentos de análise e apoio à decisão à gestão do <i>stock</i> da sardinha	113
Conclusão	143
Bibliografia	146
Anexo I	150
Anexo II	153
Anexo III	155

## Índice de Figuras



Figura 1 - Modelos de crescimento	9
Figura 2 - Crescimento logístico	10
Figura 3 - Ciclo da população	12
Figura 4 - Curva de capturas sustentáveis	34
Figura 5 - Esforço óptimo	35
Figura 6 - Capturas óptimas em análise estática	38
Figura 7 - Livre acesso	40
Figura 8 - Custo médio e custo marginal	41
Figura 9 - Capturas óptimas com o preço dependente das capturas	44
Figura 10 - Etapas da regulamentação	46
Figura 11 - Custo marginal para diferentes taxas de actualização	59
Figura 12 - Custo marginal para a taxa de actualização mais frequente	53
Figura 13 - Capturas óptimas em análise dinâmica com o preço dependente das capturas	55
Figura 14 - Funções de oferta do recurso	58
Figura 15 - Imposto sobre as capturas	70
Figura 16 - Efeito do imposto sobre o esforço de pesca	71
Figura 17 - Imposto sobre o esforço de pesca	72
Figura 18 - Quota nas capturas	74
Figura 19 - Efeito sobre o preço de uma quota nas capturas	75
Figura 20 - Quota sobre o esforço de pesca	77
Figura 21 - Entidades intervenientes no processo de decisão	87
Figura 22 - Conflitos entre objectivos	95
Figura 23 - Metodologia utilizada no estudo empírico	115
Figura 24 - Evolução dos preços	126

## Índice de Quadros

Quadro 1 - Embarcações por região	101
Quadro 2 - Localização das OP	102
Quadro 3 - Número e características das embarcações por O.P. em 1999	102
Quadro 4 - Número médio de tripulantes por embarcação	103
Quadro 5 - Emprego por OP	104
Quadro 6 - Capturas, preço médio e retiradas por O.P. em 1999	106
Quadro 7 - Custos variáveis e fixos médios por O.P.	107
Quadro 8 - Indústria e emprego por concelho	110
Quadro 9 - Produção de conservas de sardinha	110
Quadro 10 - Quotas de produção das O.P.	112

Quadro 11 – Parâmetros biológicos	123
Quadro 12 – Evolução do preço da sardinha a preços correntes e a preços constantes	125
Quadro 13 – Parâmetros biológicos e económicos do modelo	129
Quadro 14 – Dias óptimos de pesca por embarcação	136
Quadro 15 – Desvios do modelo de programação por metas	136
Quadro 16 – Cenário A, Quota para cada O.P.	137
Quadro 17 – Frota das O.P. para os três cenários	138
Quadro 18 – Lucro nas O.P. com distribuição óptima dos dias de pesca e com a política actual	139
Quadro 19 – Cenário B, Quota para cada O.P.	140
Quadro 20 – Quotas a adoptar para cada O.P.	141



## Introdução

Considerar a dimensão espacial nos instrumentos de análise e apoio à decisão de uma política de gestão dos recursos da pesca foi o projecto desenhado para esta dissertação. A teoria económica de exploração dos recursos renováveis focalizou-se, essencialmente, na análise da variável tempo, tendo sido dada pouca relevância à variável espaço. Dadas as especificidades territoriais presentes nesta actividade, a aplicação de políticas de gestão dos recursos da pesca sem a consideração da variável espaço tem tido, em termos globais, consequências nefastas. Espera-se que a inclusão desta variável nos instrumentos de análise e apoio à decisão contribua para uma melhoria efectiva do aconselhamento às políticas de gestão dos recursos da pesca.

As motivações para a realização deste estudo decorrem do meio científico onde desenvolvo a minha actividade, no qual os recursos da pesca constituem uma linha de investigação com especial relevância. Nesta perspectiva interessa o aprofundamento do conhecimento, numa vertente económica, sobre a área em análise.

Abordam-se os principais modelos biológicos subjacentes a qualquer modelização bio-económica, a teoria económica de exploração dos recursos da pesca, os instrumentos e objectivos de uma política de gestão dos recursos, assim como os principais instrumentos de análise e de apoio à decisão.

Para desenvolver este tema estruturou-se a dissertação em cinco capítulos. No primeiro aborda-se as características biológicas dos recursos da pesca, assim como os modelos biológicos de suporte a qualquer modelização económica, com especial relevância para os modelos de excedente de produção. Coloca-se ainda em evidência, neste capítulo, as principais características económicas e tecnológicas da exploração destes recursos. Analisa-se também as principais razões para a consideração da variável espaço e as consequências de não a considerar nos instrumentos de análise e de apoio à decisão.

No segundo capítulo analisa-se o modelo de Gordon e Schaefer na sua forma tradicional estática, aflorando com base em Clark a análise dinâmica. De forma sintética e evitando a matematização excessiva, explana-se uma forma de modelização tendo como modelo biológico subjacente, o modelo de crescimento logístico. Os diversos problemas que

levantam a consideração da dimensão espacial, na análise dinâmica da exploração óptima de *stocks*, foram também analisados neste capítulo.

No capítulo terceiro, caracterizam-se os objectivos que se procura atingir com uma política de gestão dos recursos da pesca, diferenciando os objectivos de eficiência económica dos de carácter distributivo. Examina-se também, os principais instrumentos de política e a forma como podem ser utilizados na prossecução de objectivos, destacando a complementaridade dos instrumentos numa política de gestão dos recursos. Na terceira secção do capítulo, aborda-se a gestão das externalidades territoriais e a diferenciação espacial das políticas de gestão dos recursos.

No quarto capítulo, examinam-se os modelos de programação multi-objectivo como instrumento de análise e de apoio à decisão. Explicita-se a necessidade de explorar este tipo de método, dada a multiplicidade de objectivos e a possibilidade de conflito entre os mesmos. Refere-se, igualmente, de que forma os modelos de programação multi-objectivo podem contribuir para a resolução de problemas multi-regionais através da formulação de problemas multi-nível. Efectua-se por fim, uma revisão bibliográfica da aplicação de métodos de programação multi-objectivo à gestão dos recursos da pesca.

O último capítulo documenta um estudo empírico levado a cabo. Na primeira secção, efectua-se uma breve descrição da actividade económica de exploração da sardinha (*S.pilchardus*) em Portugal, evidenciando a actual política de gestão do recurso. Seguidamente, explora-se uma metodologia, na qual, se faz utilização da bio-economia e da programação multi-objectivo, como instrumentos de análise e apoio à decisão. Para tal, efectua-se um ensaio de modelização bio-económica, recorrendo a dados relativos às capturas e esforço de pesca, procurando ajustar um modelo de excedente de produção. Estimados os parâmetros biológicos aplica-se a análise dinâmica da exploração óptima de *stocks*, determinando uma quota nacional para a captura do recurso. Considerando as diferentes estruturas de custo e preços regionais e através da aplicação de um modelo de programação por metas, efectua-se a distribuição da quota nacional pelas Organizações de Produtores (O.P.).

## **1.Caracterização dos aspectos biológicos e económicos da exploração dos recursos da pesca**

### **1.1.- Características biológicas dos recursos da pesca e os modelos de crescimento natural**

Dado o objecto de estudo, dificilmente poderíamos avançar sem compreender alguns conceitos e relações biológicas que estão subjacentes aos problemas que se colocam na gestão destes recursos.

Tal como a Ciência Económica, também a Biologia constrói modelos explicativos admitindo algumas hipóteses simplificadoras. Sendo o que designamos por recursos da pesca, espécies com uma dada capacidade de regeneração, não seria possível efectuar a gestão dos *stocks* de cada espécie, sem informação acerca de algumas variáveis biológicas.

Um modelo económico que pretenda apoiar o processo de decisão, dando indicações acerca do nível óptimo da sua exploração, terá de ter sempre por base um modelo biológico explicativo do crescimento da espécie em causa.

Cada espécie assume determinadas características biológicas que lhe confere determinada capacidade de regeneração, denominada pelos biólogos como taxa natural de crescimento intrínseco, conhecida simplesmente como taxa de crescimento natural.

A taxa de natalidade, taxa de mortalidade e a composição etária, são alguns dos factores que caracterizam cada espécie. As espécies são também influenciadas por algumas condicionantes ambientais, tais como: nutrientes, predadores e equilíbrio do ecossistema.

Os biólogos diferenciam as espécies marinhas em três grandes classes que importa aqui referir. A importância desta classificação prende-se com o facto de que às mesmas são afectas diferentes tecnologias de captura. Por outro lado, esta classificação tem implicações nos direitos de propriedade que se abordará na secção 3.3.



As três classes são os Pelágicos, os Demersais e os Bentónicos. As espécies Pelágicas são organismos que vivem na coluna de água ou à superfície, mas sem relação com o fundo do mar. As espécies Bentónicas são organismos que vivem em relação íntima e permanente com o fundo do mar, mantendo-se em localizações relativamente fixas. Por último refiram-se as espécies Demersais que são organismos que vivem no fundo do mar, ou perto dele, mas sem estar permanentemente dependente do mesmo.

Muitas outras classificações são efectuadas pelos biólogos marinhos, no entanto, quando se fizer referência a peixes nesta dissertação estar-se-á a designar todas as espécies marinhas sejam elas mamíferos, peixes, moluscos, crustáceos, etc.

O tipo de recursos que se a analisam caracterizam-se por ter os seguintes estádios de desenvolvimento: ovo, larva, juventude ou fase pré-reprodutora, adulto ou fase reprodutora e velhice.

O crescimento no período de ovo e larva, é sobretudo influenciado por factores ambientais, tais como a existência de nutrientes e a existência de predadores, dado que nestes estádios a mobilidade e capacidade de fuga é limitada. A fertilidade e a ovulação dependem dos nutrientes, pois é nesta fase que os progenitores vêm aumentar o seu peso. Se não existirem nutrientes em quantidade suficiente a fertilidade será afectada. Na fase juvenil a mortalidade vai decaindo, estando os espécimes menos sujeitos às condições ambientais e à mortalidade ocasionada pelos predadores. É na fase juvenil que o ritmo de crescimento é mais elevado quer em comprimento quer em peso. Na fase reprodutora o crescimento é mais lento.

As espécies que evidenciam este ritmo de crescimento são designadas por *r-selected*, dado que têm uma grande fecundidade, grande crescimento na fase juvenil, vidas curtas e elevada mortalidade até à fase juvenil.

Designa-se por biomassa capturável o peso dos indivíduos com capacidade reprodutora, ou seja, a também designada biomassa desovante.

A biomassa capturável tem o seu processo de crescimento condicionado pelos seguintes factores:

- recrutamento - entrada de novos exemplares na biomassa capturável, isto é, são os exemplares que sobreviveram e conseguiram chegar à fase adulta;
- crescimento - os indivíduos que constituem a biomassa capturável crescem proporcionando um incremento do peso da mesma;
- mortalidade natural - o peso da biomassa perdida devido a morte natural como consequência do envelhecimento, factores ambientais ou de acção de predadores durante determinado período;
- mortalidade por pesca - mortalidade que ocorre devido à actividade de pesca.

A percentagem de crescimento da biomassa (capturável) seria então resultado da seguinte expressão:

$$\frac{\frac{dx}{dt}}{x} = R(x) + G(x) - M(x) - F(E) + \varepsilon \quad (1.1)$$

Onde  $R$  representa a taxa de recrutamento,  $G$  o crescimento natural da biomassa capturável,  $M$  a mortalidade natural,  $F$  a mortalidade por pesca (dependente de  $E$ , que designa o esforço de pesca) e  $\varepsilon$  uma variável aleatória com média zero. As primeiras três variáveis são função da biomassa designada por  $x$ . O esforço de pesca é encarado como um fluxo combinado dos factores produtivos capital e trabalho devotados à actividade de pesca.

Dado que  $\varepsilon$  tem média zero, a biomassa tenderá para o equilíbrio quando,

$$F(E) = R(x) + G(x) - M(x) \quad (1.2)$$

ou seja, quando a taxa de mortalidade por pesca for igual ao crescimento natural líquido da biomassa.

Um conceito importante, a que se irá recorrer frequentemente, é o de *stock*. Por ele designa-se um grupo discreto de indivíduos que têm o mesmo padrão genético, tendo pouca ou nenhuma ligação com *stocks* adjacentes. As fronteiras de um *stock* são difíceis de determinar e populações isoladas podem receber recrutamento de outras populações reprodutoras.

Do ponto de vista da gestão e da avaliação de recursos, é importante determinar se existe interactividade entre os *stocks* adjacentes, para determinar se se trata de um *stock* único, ou se são suficientemente independentes para serem considerados *stocks* distintos.

Torna-se difícil modelizar o comportamento de uma espécie atendendo a todas as variáveis acima expostas. Os biólogos têm introduzido algumas hipóteses a fim de chegarem a um crescimento natural de uma espécie.

Os modelos biológicos têm sido desenvolvidos como instrumentos que lhes permitem estimar o estado dos *stocks* e os efeitos das capturas sobre os mesmos. É tradicional a literatura de bio-economia abordar duas perspectivas na modelização biológica. A de considerar a biomassa total da espécie através dos chamados modelos de excedente de produção e a perspectiva de análise do tamanho e peso de cada membro individualmente, separando-os em classes etárias (Beverton-Holt).

Analise-se agora os designados modelos de excedente de produção ou modelos de biomassa dinâmicos. Tratam-se de modelos que procuram explicar o comportamento da biomassa como um todo, sem informação acerca da estrutura da população.

Os modelos de excedente de produção assumem que o *stock* não está em equilíbrio mas que converge para um equilíbrio, se o esforço de pesca for mantido constante. Este tipo de modelos proporcionam estimativas da posição de longo prazo do *stock*, e indicam as capturas sustentáveis no longo prazo, dado determinado nível de esforço de pesca.

Por excedente de produção, entende-se, o crescimento da biomassa que excede o requerido para manter a população no mesmo nível. O excedente de produção no *stock*, é a combinação do nível de recrutamento, do crescimento em tamanho e peso dos exemplares que compõem a biomassa e do nível de mortalidade natural.

Na ausência de capturas a expectativa é a de que a taxa de crescimento da população seja nula, dado que existirá um tecto para a mesma, correspondente à capacidade máxima do meio ambiente – capacidade de carga (K).

Os modelos de excedente de produção incluem hipóteses básicas acerca da dinâmica dos *stocks*, daí a designação alternativa de modelos de biomassa dinâmicos. A mais importante hipótese é a de que as alterações na biomassa de ano para ano dependem apenas do crescimento e nível de capturas, ou seja, apesar dos factores ambientais como as correntes, a temperatura das águas e a existência de nutrientes, afectarem o nível da biomassa, espera-se que esses mesmos factores se anulem uns aos outros. Na prática, apenas se deve utilizar este tipo de modelos quando o efeito da flutuação dessas variáveis ambientais é relativamente pequeno face aos efeitos das capturas e do crescimento natural.

Pode-se representar a dinâmica associada a um modelo de excedente de produção por:

$$X_{t+1} = X_t + g(X_t) - C_t \quad (1.3)$$

Expressão na qual  $X_{t+1}$  representa a biomassa no próximo ano, que é determinada pela biomassa no presente ano ( $X_t$ ) pelo excedente de produção da biomassa nesse ano ( $g(X_t)$ ), que é obviamente função da biomassa no momento  $t$ , e pelo total de capturas no ano  $t$  ( $C_t$ ). Em equilíbrio, o nível de excedente de produção iguala o nível de capturas.

Dois modelos de crescimento de uma espécie estão subjacentes à quase totalidade dos modelos de excedente de produção; são eles o modelo de crescimento logístico e o modelo de crescimento exponencial.

O modelo de crescimento logístico é dado pela seguinte expressão:

$$\frac{dx}{dt} = rx \left( 1 - \frac{x}{K} \right) \quad (1.4)$$

onde  $x$  designa a biomassa ou se preferir o *stock* de biomassa,  $r$  designa a taxa de crescimento natural intrínseco e  $K$  a capacidade de carga.

Será importante verificar como se chega a esta expressão. O crescimento do *stock* de biomassa ( $x$ ) ao longo do tempo ( $dx/dt$ ) é dado pelo produto entre  $x$  e a taxa de crescimento  $r$ , tal que ( $dx/dt = rx$ ). Assume-se que existe um tecto para a biomassa, ou capacidade de carga do meio ambiente, que é atingido para um  $x = K$ . Se a biomassa ultrapassar o nível  $K$  existe insuficiência de nutrientes para suportar a população, implicando um aumento da mortalidade até se chegar de novo a  $x = K$ . Existe um efeito de redução do crescimento a partir de determinado nível que designa-se por  $s(s>0)$ , representando uma diminuição mais do que proporcional com o aumento de  $x$ . Tem-se então:

$$\frac{dx}{dt} = rx - sx^2 \quad (1.5)$$

Designando por  $K$  a relação  $r/s$ , e substituindo  $s$  por  $r/K$  a expressão resulta em:

$$\frac{dx}{dt} = rx - \frac{rx^2}{K} = rx \left( 1 - \frac{x}{K} \right) \quad (1.6)$$

Em alternativa ao modelo de crescimento logístico tem-se o modelo de crescimento exponencial, conhecido como lei de Gompertz, e que tem como expressão:

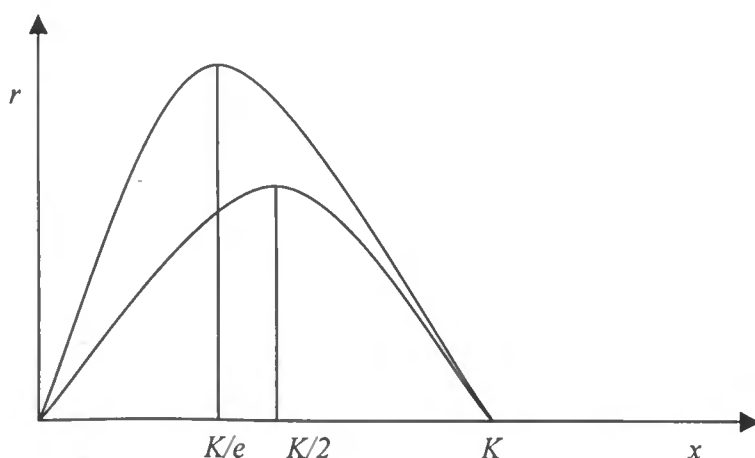
$$\frac{dx}{dt} = rx \ln \frac{K}{x} \quad (1.7)$$



A diferença para o modelo de crescimento logístico está fundamentalmente no seu carácter assimétrico, ao contrário do crescimento logístico que exhibe um comportamento simétrico.

Mas veja-se graficamente o comportamento destes dois modelos de crescimento.

**Fig. 1 – Modelos de crescimento**



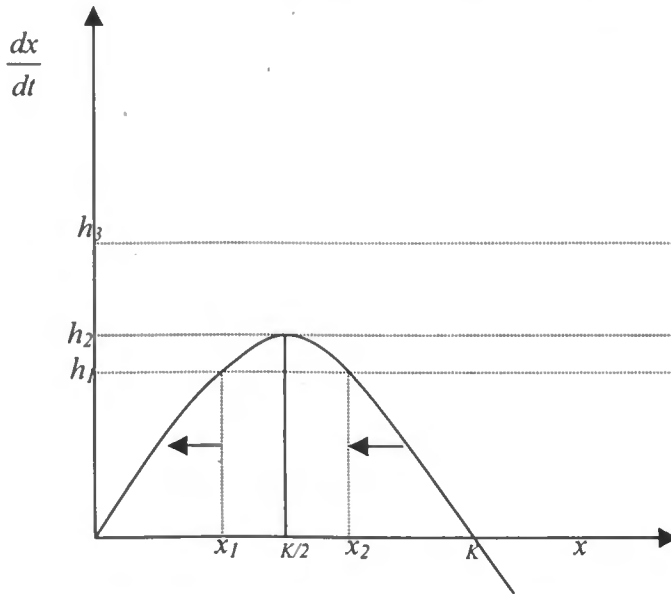
Enquanto o máximo da curva de crescimento logístico se dá para  $x=K/2$ , o máximo do crescimento exponencial ocorre para  $x=K/e$ .

Apesar de não se pretender nesta secção abordar a actividade económica em si, avança-se com a existência de capturas para se conseguir explicar alguns aspectos da abordagem biológica. Supondo que uma espécie é bem descrita pela equação logística e é sujeita a um nível de capturas  $h(t)$ , a equação passa a assumir a forma:

$$\frac{dx}{dt} = F(x) - h(t) \quad (1.8)$$

Assumindo  $h(t)$  como constante e designando por  $h$ , passa-se a referir as principais conclusões.

Fig.2 – Crescimento logístico



Fonte: Clark, C. W.(1990), Mathematical Bioeconomics. The optimal Management of Renewable Resources, Jon Wiley & Sons, Nova Iorque.

No caso de as capturas ( $h$ ) serem superiores ao máximo de  $F(x)$ , como se pode ver na Fig.2 representada por  $h_3$ , a população aproxima-se de 0 para qualquer nível inicial de  $x$ . No caso de as capturas serem inferiores ao máximo de  $F(x)$  como é o caso de  $h_1$ , isto é, se  $h < 1/4rK$ , então a equação acima tem dois pontos de equilíbrio, são os pontos  $x_1$  e  $x_2$  representados na figura. Enquanto  $x_2$  se pode considerar um equilíbrio estável,  $x_1$  é um equilíbrio instável.

Se a biomassa inicial for  $x=K$ ,  $x(t)$  converge assintoticamente para o ponto  $x_2$ , se a biomassa inicial for inferior a  $x_1$ , então  $x(t)$  aproxima-se de zero.

No caso ilustrado por  $h_2$ , isto é, quando  $h=\max F(x)$ , existe um só ponto de equilíbrio para  $x=K/2$ .

Este simples modelo apesar das suas limitações permite retirar conclusões muito importantes acerca da forma como do ponto de vista biológico, deverá ser gerido um recurso.

Primeiro que tudo e como já se verificou o ponto em que  $h=\max F(x)$ , designa-se por “Maximum Sustainable Yield” (MSY), se for este o objectivo de gestão, as capturas deverão fixar-se em  $Kr/4$ .

Enquanto o MSY no caso do crescimento logístico se dá para  $Kr/4$ , no caso do crescimento exponencial ocorre para  $kr/e$ .

Desta forma o objectivo do ponto de vista biológico será manter determinado equilíbrio biológico das espécies, tendo que assegurar para tal níveis de capturas sustentáveis, isto é, um nível de capturas que possa manter-se indefinidamente. Este objectivo é atingido quando se captura em cada unidade de tempo um fluxo igual ao crescimento da população da espécie em causa. Desta feita o nível da população permanecerá constante ao longo do tempo.

Neste contexto, e de um ponto de vista estritamente biológico, a atitude seria a de determinar o nível de biomassa para o qual o crescimento é máximo, após o que se fixariam as capturas no nível de crescimento dessa mesma biomassa. No caso do crescimento logístico pode-se visualizar na Figura 1 que o crescimento é máximo para  $x=K/2$ , e que para este nível de biomassa o crescimento ( $dx/dt$ ) é igual a  $Kr/4$ .

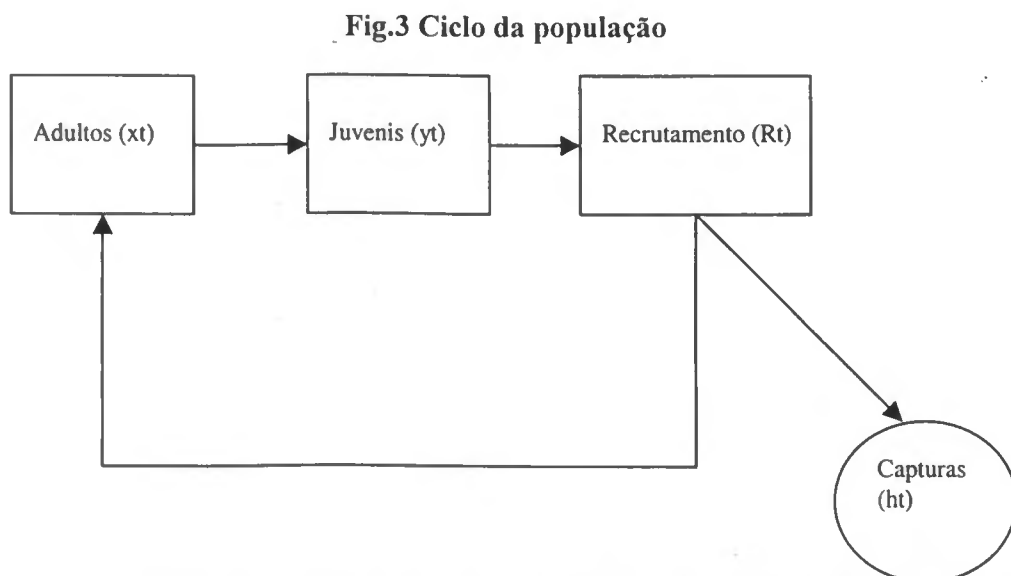
A relação entre esforço de pesca e nível sustentável de capturas pode retirar-se de dados de capturas e esforço para cada um dos modelos expostos. Várias formas funcionais têm sido propostas para estimar os parâmetros desses dois modelos. A forma de estimação econométrica dos parâmetros biológicos será analisada no capítulo 5.

Os modelos de excedente de produção têm sido frequentemente aplicados dado que não requerem muita informação, podendo os parâmetros ser estimados através de simples estimação econométrica. No entanto, são criticados por muitos biólogos dado que não dão informação acerca da estrutura da população.

O segundo grupo de modelos que se designa por Beverton-Holt, nome que se deve aos trabalhos de referência do autor em 1957, são ao contrário dos modelos anteriores analisados em tempo discreto e de acordo com o comportamento de cada classe etária da mesma idade (cortes).

Nos modelos de excedente de produção assume-se que a resposta da população às capturas é instantânea. O que não permite um desfasamento entre as capturas e a alteração do nível da população. Clark, descreve esses modelos como sendo desprovidos de memória, ou seja, a taxa de crescimento depende inteiramente do nível presente da população. Esses modelos em tempo contínuo, podem ser inapropriados, nomeadamente, quando o recrutamento ocorre muitos anos depois.

O modelo mais simples dos modelos por “cortes” é o modelo *stock-recrutamento*, que pode ser descrito pela seguinte figura:



**Fonte:** Hanley, Nick et al (1997), *Environmental Economics In Theory and Practice*, London, Macmillan Press Ltd.

A população por via da reprodução dá lugar aos juvenis, que proporcionam o recrutamento. Parte do recrutamento é capturado, mas os que sobrevivem formam a população no momento seguinte. Vários tipos de modelos têm sido desenvolvidos com base na estrutura da população, contudo, os mesmos não serão abordados nesta dissertação. Todos os modelos que consideram a estrutura da população são muito exigentes sobre o ponto de vista de informação biológica e a mesma existe apenas para um número limitado de espécies.

No entanto, segundo Pascoe (1998) comparações efectuadas entre modelos de excedente de produção e modelos que utilizam informação acerca das classes etárias da população (*cortes*), indicam resultados aproximados.

Tentando resumir o que foi exposto acerca das metodologias de avaliação de *stocks*, deve-se referir que o ideal para proceder à avaliação de um *stock* seria de facto ter informação acerca da abundância em cada classe (*corte*), dado que permite efectuar uma abordagem conseguida através do trabalho de Beverton-Holt (1957). No entanto, para a maior parte das espécies, este tipo de informação biológica que é dispendiosa, não existe. Desta forma, outras metodologias têm sido utilizadas, menos exigentes do ponto de vista da informação.

Os modelos de excedente de produção apesar das suas limitações, proporcionam informação acerca da posição de longo prazo de um *stock*, assumindo que ele caminha para um equilíbrio caso as capturas sejam constantes, podendo pois, indicar níveis sustentáveis de captura no longo prazo.

No capítulo seguinte faz-se uso dos modelos de excedente de produção, nomeadamente do modelo de crescimento logístico, para expor os principais contributos dos modelos bio-económicos para uma política de gestão dos recursos.

## 1.2.- Características económicas e tecnológicas da exploração dos recursos da pesca

Antes de se referir as principais características da actividade económica de exploração dos recursos da pesca, deve-se enquadrar o estudo da actividade económica de exploração dos recursos na teoria económica dos recursos naturais.

Existem várias formas de classificar os recursos naturais de acordo com as suas características físicas e biológicas, o seu modo de produção, a sua capacidade de regeneração, os direitos de propriedade, entre outros.

Os recursos na perspectiva económica são vistos como factores de produção. Tal como o capital, os recursos fornecem serviços produtivos ao longo do tempo. O tempo é assim uma variável essencial na análise económica dos recursos naturais.

Os recursos naturais são factores de produção com grandes semelhanças com o capital. Para serem consumidos ou transformados necessitam de ser extraídos, tal como o capital necessitam de ser combinados com outros factores de produção para que sejam produzidos bens e serviços. Assim como o capital, dos recursos obtém-se um fluxo produtivo ao longo do tempo.

O tempo permite também diferenciar os recursos naturais. Diz-se que um recurso natural é renovável se pode oferecer *inputs* a um sistema económico indefinidamente.

Um recurso natural não renovável é aquele cujo *stock* é finito. No entanto, pode-se dizer que todos os recursos naturais são renováveis, distinguindo-se apenas pelo tempo que demora a sua regeneração face à taxa de utilização.

A análise económica dado o seu objecto, procura estudar a escolha na afectação de recursos entre utilizações alternativas. A forma como esta análise é efectuada depende não só dos recursos naturais, mas também da tecnologia utilizada na sua extracção, dos objectivos individuais dos agentes económicos e da sociedade como um todo.

Evidenciam-se algumas características dos recursos da pesca, que lhes conferem uma abordagem diferenciada dos restantes recursos naturais e que, como se irá ver, têm enormes consequências ao nível da teoria económica:

- renováveis, embora esgotáveis;
- auto-reguláveis;
- propriedade comum e acesso livre;
- o processo de extracção gera externalidades;

De facto, os recursos da pesca são renováveis e exibem um processo de crescimento natural. É, no entanto, possível a sua extinção se forem continuamente explorados a taxas superiores às da sua regeneração.

Schaefer (1957) classifica ainda os recursos da pesca como auto-reguláveis, querendo com isto dizer, que nestes recursos a taxa de regeneração depende do *stock* em cada momento, e o *stock* depende ainda das capturas em cada momento. Isto em oposição a recursos renováveis que classifica como não auto-reguláveis, como é o caso do solo e da floresta, dado que para este tipo de recursos no curto prazo a sua taxa de regeneração é independente do nível do *stock*, e somente depende de factores naturais.

Os recursos da pesca têm ainda uma característica muito importante, que os distingue de outros recursos renováveis, como por exemplo as florestas. É que, contrariamente a este último recurso, o processo de extracção ocasiona a captura de indivíduos da mesma espécie mas de diferentes estádios de desenvolvimento, assim como de capturas acessórias (captura de outras espécies que não a espécie alvo), tornando obviamente o problema de gestão dos recursos da pesca mais complexo do que, por exemplo, o da exploração óptima dos recursos florestais.

Os recursos da pesca são ainda de propriedade comum e de acesso livre, com o que se quer significar que não são atribuídos direitos de propriedade ao mar e aos seus recursos, dada a dificuldade de os atribuir. Mesmo no chamado mar territorial até às 12

milhas em que os estados exercem a sua soberania e direitos exclusivos de pesca, quem exerce a actividade extractiva não detém o direito de propriedade dos recursos. O acesso aos recursos é livre, assim foi consagrado ao longo dos anos, também por essa razão se torna tão difícil pôr em prática uma política de pescas com aceitação dos produtores.

Não estando estabelecidos direitos de propriedade o comportamento face à exploração dos recursos é fortemente influenciado, na medida em que, os pescadores ou os armadores não têm qualquer incentivo para conservação dos recursos, pois uma redução das suas capturas apenas reduz o seu rendimento e aumentará potencialmente o dos seus concorrentes.

O processo de captura gera externalidades negativas de vários tipos, é o caso das chamadas “resource stock externalities” (Smith (1969)). É fácil de perceber que a diminuição do stock que resulta da captura dos concorrentes faz aumentar os custos unitários de captura, existindo portanto uma forte interdependência entre os produtores.

O mesmo autor refere ainda outro tipo de externalidades que define como “crowding externalities”. São externalidades que ocorrem no caso dos recursos estarem geograficamente muito concentrados, o que gera uma grande disputa entre as embarcações, dado que quem chega primeiro retira vantagem nas capturas, o que gera um aumento dos custos via esforço de pesca.

Existem ainda as externalidades que estão associadas à utilização de tecnologias de pesca mais predadoras, como é o caso de malhas mais estreitas nas redes, que geram naturalmente menos capturas no futuro, tanto para o produtor que as utiliza como para os restantes (Turvey(1964)).

E dado que os produtores não pagam pelo recurso, apesar de ser um factor de produção, existe divergência entre o produto marginal privado e o produto marginal social, logo o equilíbrio de mercado não conduz a um óptimo, o que implica que o mercado não proporciona a mais eficiente afectação de recursos, favorecendo a sobreexploração dos mesmos. Facilmente se pode verificar que o livre funcionamento do mercado gera um excesso de embarcações em actividade e uma sobreutilização dos recursos (Dasgupta (1979)).



Esta actividade económica além das características acima referidas, que são as que maiores consequências têm para a teoria económica, tem outras especificidades que importa esclarecer para melhor compreensão dos capítulos que se seguem.

Inicie-se pelas empresas. Parte delas são sociedades por quotas, mas a maior parte tem um único detentor de capital que também trabalha para essa unidade. É evidente que se terá tendência a abordar a realidade portuguesa.

Para a exploração dos recursos são utilizadas embarcações que dispõe de tecnologias de pesca adaptadas à espécie ou espécies alvo. Consoante as espécies alvo, assim são utilizadas as tecnologias de captura, vulgarmente designadas por artes de pesca.

Um determinado conjunto de embarcações designa-se por frota. As frotas são geralmente diferenciadas de acordo com determinadas características comuns às embarcações que a constituem. As frotas distinguem-se por zonas de operação ou portos de registo, pelas artes de pesca que utilizam ou tipo de pesca que praticam, por características técnicas das embarcações.

As características das embarcações mais utilizadas são: a sua tonelagem de arqueação bruta (TAB); a sua potência (H.P.); o material de construção (madeira, fibra de vidro, aço); o comprimento da embarcação (fora a fora (CFF), entre perpendiculares (CPP)).

Quanto às artes que utilizam e logo ao tipo de pesca que efectuam, geralmente efectua-se a distinção entre o seguinte tipo de frotas:

- frota de arrasto;
- frota de cerco;
- frota polivalente.

A frota de arrasto é constituída por embarcações que rebocam redes directamente sobre o fundo do mar (arrasto de fundo) ou entre a superfície e o fundo do mar (arrasto pelágico). Da frota de cerco fazem parte as embarcações que utilizam exclusivamente redes de cerco destinadas à captura de espécies pelágicas. Na frota polivalente são incluídas as embarcações da pesca local e costeira que não se dedicam exclusivamente

ao arrasto e cerco, tratam-se de embarcações preparadas para a utilização de várias artes de pesca.

A frota pode classificar-se de acordo com área em que pode operar. Neste caso as embarcações designam-se de:

- pesca local;
- pesca costeira;
- pesca do largo.

As embarcações de pesca local são unidades de reduzida dimensão e com pequena tripulação, operando a pequena distância da costa. As embarcações de pesca costeira são embarcações de maior dimensão com comprimento fora a fora superior a 9 metros, operando a maior distância da costa. Por fim, as embarcações de pesca do largo, são unidades de grande dimensão com TAB superior a 100, com bastante autonomia, superior a 15 dias e com numerosa tripulação, não podendo operar a distâncias inferiores a 12 milhas da costa.

Uma importante característica económica que ressalta na remuneração dos factores produtivos utilizados nesta actividade económica, é a forma como o factor trabalho é remunerado. O tripulante da embarcação participa no risco empresarial tal como a entidade patronal (armador), isto porque, tradicionalmente o tripulante da embarcação é remunerado em função das capturas realizadas. Geralmente o pescador recebe um pagamento em espécie, isto é, pode levar para sua casa uma quantidade de pescado para consumo próprio. E além disso recebe uma parte do produto da venda do pescado em lota, uma percentagem do designado por “monte maior”. Esta expressão significa o valor bruto das vendas, deduzido de algumas despesas como por exemplo a comissão de venda da lota. As comissões e despesas deduzidas ao valor bruto das vendas, variam consoante o tipo de pesca praticada, de acordo com a tradição ou com o contrato colectivo de trabalho celebrado entre sindicatos e entidades patronais. Assim o “monte maior”, a partir do qual é determinada a remuneração do pescador, pode variar consoante o tipo de pesca e consoante a tradição piscatória do porto ou comunidade piscatória.

Esta forma de remuneração do factor trabalho ocorre não só em Portugal mas em muitos outros países. Ainda relativamente à força de trabalho existem algumas particularidades a referir. É sabido que os pescadores devido a factores económico-sociais têm pouca mobilidade profissional e dificilmente abandonam esta actividade, o que se pode afirmar tratar-se de um custo de oportunidade muito baixo face à sua remuneração na actividade piscatória. De facto, regra geral as habilitações e o “saber fazer” deste tipo de profissionais conduz a um muito baixo grau de empregabilidade. Tendo presente esse reduzido custo de oportunidade é frequente estes profissionais permanecerem nesta actividade com níveis de rendimento muito baixos. Este aspecto nunca deve ser negligenciado numa política de gestão das pescas, correndo-se o risco dos problemas sociais derivados dos baixos rendimentos poderem agravar a sobreexploração dos recursos.

Este reduzido custo de oportunidade não é exclusivo dos pescadores, ocorre também nos armadores (em certos casos simultaneamente pescadores). Os detentores de capital têm muitas vezes comportamento similar, isto é, grande relutância em abandonar a actividade. O custo de oportunidade da rentabilidade retirada na actividade piscatória, é naturalmente o retorno que possam obter num investimento em outra actividade ou numa aplicação financeira. Dado o empenhamento dos mesmos na actividade, é frequente existirem períodos em que a rentabilidade obtida é inferior às alternativas, mesmo assim raramente se assiste a um desinvestimento.

Quanto à comercialização da produção (capturas) ela tem lugar em locais designados por lotas, onde os compradores se aglomeram para licitar a primeira venda do pescado. Na generalidade dos países a primeira venda do pescado é efectuada por leilão.

De salientar que o sector das pescas não deve ser encarado como apenas a actividade extractiva, a montante e a jusante existe actividade económica que depende da mesma. Pode-se destacar a montante, a construção naval, a fabricação e venda de motores, o fornecimento de combustíveis e óleos, a metalomecânica, a electrónica, as tintas e o fornecimento de gelo. A jusante destaca-se, a actividade de congelação e refrigeração, a transformação em conservas, as farinhas e óleos, o transporte e comercialização do pescado, as diversas actividades de reparação de embarcações e dos seus equipamentos.

Explicitadas, nesta secção, as principais características económicas desta actividade e alguns aspectos tecnológicos; descritas as principais características biológicas e as duas principais abordagens à avaliação de *stocks*, é conveniente salientar a elevada interdependência que existe entre o sistema económico e o sistema biológico.

Todos os aspectos referidos, como se verá no capítulo seguinte, têm uma enorme influência numa política de gestão dos recursos da pesca. Os instrumentos de apoio à decisão de uma política de gestão para um recurso da pesca, devem envolver um trabalho multidisciplinar.

Com base em modelos biológicos são efectuadas modelizações bio-económicas que combinam os aspectos biológicos e económicos numa metodologia unificadora, proporcionando informação preciosa para o processo de decisão.

Ter uma política de gestão de recursos da pesca exclusivamente baseada na componente biológica ou somente na vertente económica, será sempre incorrecto, dado que desequilíbrios num dos sistemas ocasionam desequilíbrios no outro.

Frequentemente verifica-se que o processo de decisão é sobretudo influenciado pela componente biológica, tendo a entidade com competência para decidir de gerir os conflitos de interesses dos agentes económicos. Raros são ainda os casos em que se solicitam estudos bio-económicos para auxiliar o processo de decisão.

Mesmo quando a decisão é suportada em estudos biológicos ou bio-económicos, constata-se que resultam quase sempre, conflitos da tentativa de aplicação de restrições uniformemente pelos territórios. Isto porque, as zonas marítimas correspondentes aos estudos, englobam locais onde a actividade apresenta características económicas bastante diferenciadas, ignorando as especificidades espaciais. A tentativa de aplicar instrumentos sem qualquer diferenciação espacial potencia conflitos e aumenta o incumprimento dos mesmos.

Na secção seguinte abordar-se-á a necessidade de considerar a dimensão espacial numa política de gestão de recursos da pesca. Julga-se que desta forma se poderá auxiliar

decisivamente o processo de decisão, diminuindo os antagonismos e resistências encontradas, acautelando as especificidades territoriais.

### 1.3 – Consideração da variável espaço e suas implicações

Pretende-se reflectir sobre a inclusão da dimensão espacial nos instrumentos que podem servir de apoio à decisão numa política de gestão dos recursos da pesca, como é o caso da modelização bio-económica ou da programação multi-objectivo. Não se pretende demonstrar da importância da sua inclusão, considera-se um dado de partida, como tal, nesta secção evidencia-se apenas algumas das razões para a sua consideração. Procura-se apontar os factores económicos com maior diferenciação espacial e a forma como se poderá fazer reflecti-los nos instrumentos de apoio à decisão.

A actividade económica de exploração destes recursos, depende da sua existência ao longo da costa, ou nos rios. Trata-se de uma actividade com uma estreita dependência de um recurso natural. Sendo assim, quer a abundância de recursos quer a actividade económica da sua exploração, estão condicionados pela variável espaço.

A localização da actividade económica de exploração destes recursos está geralmente associada à proximidade dos *stocks* dos mesmos, no sentido de minimização dos custos de exploração. A distribuição espacial da actividade económica está assim estreitamente correlacionada com a quantidade e qualidade dos recursos. Obviamente que são igualmente necessárias condições naturais para abrigo de embarcações.

No caso Português em que existe uma vasta Zona Económica Exclusiva mas uma estreita faixa continental, os *stocks* são reduzidos embora com espécies de elevado valor comercial. Isso explica, em parte, o grande número de portos e de pequenas comunidades piscatórias, dada a maior distribuição dos recursos ao longo da costa.

O padrão de exploração dos recursos diverge ao longo da costa consoante as condições naturais, a existência de recursos e a tradição da actividade. As condições sócio-económicas da exploração conduzem a uma elevada dependência desta actividade, dado que os profissionais do sector têm um reduzido nível educacional, o que condiciona a sua empregabilidade fora deste sector. Essa reduzida mobilidade no emprego, ocasiona problemas sociais quando existem quebras nos recursos ou quando é estabelecida uma política de redução da actividade de pesca. Os problemas e conflitos sociais tornam-se

assim, num vector importante a ter em consideração numa política de gestão dos recursos da pesca.

As diferenças espaciais na presença de recursos, condições naturais para o exercício da actividade, tecnologias e custos de exploração, valorização das espécies no mercado e determinantes sociais, implicam não só diferenças regionais significativas, mas também diferenças ao nível intra-regional.

Quais as razões pelas quais é necessário considerar a variável espaço? Deve-se considerá-la dado que quer os recursos quer a actividade económica da sua exploração, não se distribuem homogeneamente pelo território. Evidencia-se os seguintes factores que têm elevada diferenciação espacial com destaque para os económicos:

- tecnologias;
- emprego e remunerações;
- estruturas de custos;
- cadeia de valor;
- hábitos de consumo e comportamentos de procura distintos;
- comercialização;
- dependência económica;
- custos de oportunidade;
- condições ambientais e climatéricas distintas;
- quantidade e qualidade dos recursos.

Para ilustrar a consciência da importância da dimensão espacial reflectida em autores que se dedicam à economia das pescas cita-se Vicente (1996): -“a actividade das pescas apresenta características localizadas no tempo e no espaço” e ainda, “ A localização é assim um factor imprescindível a ter em conta no estudo dos fenómenos associados à economia das pescas, em Portugal encontramos uma diversidade muito grande de factores ao longo de toda a costa, conferindo especificidades na actividade entre os Portos do Norte Centro e Sul do País”.

Outro autor Siebert (1985), embora referindo-se à economia ambiental, ao abordar a dimensão espacial refere que a interdependência entre pontos no espaço pode dever-se a:

- fenómenos ambientais;
- variáveis económicas e demográficas;
- ao processo político.

Então para o mesmo autor o problema da abordagem espacial no contexto da economia ambiental consiste em:

- analisar as interações económicas, ambientais e políticas que ocorrem no espaço;
- determinar o padrão espacial das utilizações ambientais;
- especificar o impacto das actividades económicas na afectação ambiental no espaço;
- considerar a influência de diferentes enquadramentos institucionais na dimensão espacial do ambiente.

Embora estando a analisar um recurso renovável encontram-se semelhanças. Também aqui o enquadramento institucional tem influência, dado que, existem externalidades territoriais difíceis de gerir, devido à dificuldade em estipular direitos de propriedade. Por externalidades territoriais existentes neste sector de actividade, entende-se os benefícios ou prejuízos que um território impõe ao outro, pelo facto de aumentar ou diminuir a exploração de um recurso comum. Aumentos do nível de produção podem ter efeitos negativos sobre a actividade económica dos restantes territórios. Esses efeitos traduzem-se pela diminuição da abundância do recurso e aumento dos respectivos custos de captura, que podem inviabilizar a actividade e gerar efeitos ao nível do emprego.

Também a actividade económica de exploração dos recursos da pesca tem relevância na afectação dos direitos de pesca. Salienta-se também a interacção entre o sistema económico e o biológico que gera conflitos a resolver ao nível do processo de decisão.

O mesmo autor coloca o problema de saber como delimitar uma região de forma a gerir adequadamente um problema ambiental. No caso em análise, trata-se de gerir os



recursos da pesca. Na maior parte dos casos as regiões ambientais ou as regiões definidas para determinado recurso; diferem das regiões económicas ou de regiões plano. Os próprios critérios de delimitação de regiões económicas como o da homogeneidade ou de funcionalidade, poderão dar um contributo à delimitação de regiões para a gestão efectiva de um recurso. É óbvio que, no caso dos recursos da pesca, as condições naturais das zonas marítimas e o tipo de recursos terão uma grande importância nessa delimitação. Reconhecendo que, a actividade económica de exploração dos recursos da pesca se adaptou ao tipo de condições naturais existentes, havendo tão grande correlação entre a actividade económica e os recursos, essa tarefa vem facilitada. Embora o enquadramento institucional e o processo de decisão não seja objecto de estudo, deve-se salientar que, dadas as especificidades locais e regionais desta actividade, parece evidente a necessidade de descentralização do processo de decisão, no caso de recursos que não gerem externalidades territoriais. A maior ou menor descentralização dependerá dos recursos que se pretende gerir. As espécies bentónicas, por exemplo, são menos susceptíveis de gerar externalidades territoriais do que as espécies pelágicas.

Não deveria ser possível quer pelas características biológicas (distribuição dos recursos pelo território) quer pelas características económicas da actividade extractiva, ter políticas de gestão de um recurso a-espaciais.

Mas a consideração da variável espaço tem ocorrido essencialmente, devido às características do ecossistema marítimo. Exemplo disso é a divisão efectuada pelo ICES (International Council for the Exploration of the Sea).

O que importa é a relação entre o homem e a espécie ou espécies a explorar, isto é, a relação entre uma actividade económica e um recurso. Para regular esta relação a fim que dela resulte o maior benefício social possível, exige-se a consideração da dimensão espacial. É claro que existe a necessidade de definir regiões “biológicas”, tal como faz o ICES, de acordo com características naturais comuns. Particularmente no caso de *stocks* explorados por vários países, pretendendo decidir sobre a utilização de um recurso terá necessariamente que considerar-se a dimensão económica da sua exploração.

Já se referiu na secção anterior que o tempo é de facto uma variável fundamental na exploração óptima de recursos, mas não menos importante, mas talvez mais descurada, é a variável espaço. A relação homem recurso é localizada. O ignorar da variável espaço e a redução do problema à determinação das capturas óptimas ao longo do tempo, considerando apenas fronteiras biológicas, conduz ao insucesso de uma política de gestão dos recursos. Porquê? Porque se trata de dois sistemas interdependentes, um sistema biológico e o outro o sistema económico. Se os factores ambientais afectam as espécies e logo o homem através da exploração do recurso, também os problemas económico-sociais que ocorrem nas populações que se dedicam a esta actividade, vão afectar os recursos. Este tipo de problemas é geralmente ignorado.

Geralmente na modelização bio-económica que se analisa no capítulo seguinte, existe a tendência para a consideração de mercados globais, não abordando os mercados regionais ou locais, assim como, para a consideração de frotas homogéneas não considerando as diferentes estruturas de custo das embarcações.

Uma fragilidade que não poderá ser eliminada será a de considerar apenas um objectivo. Esta apenas poderá ser debelada através de modelos multi-objectivo que se abordará no capítulo 4.

Difícilmente um modelo com o único objectivo de determinar a exploração óptima de um recurso, poderá acautelar as especificidades regionais, que tornam algumas regiões mais dependentes desta actividade do que outras.

Uma política de gestão dos recursos da pesca em que se pretenda efectuar uma afectação de oportunidades de pesca, deverá considerar *à priori* sempre que possível, os factores acima expostos. É claro que a importância da sua consideração cresce de acordo com a diferenciação espacial dos mesmos.

Quais as consequências de não considerar a variável espaço e de se implementar políticas de gestão das pescas com a aplicação uniforme de instrumentos? Se não for considerada a dimensão espacial nos instrumentos de apoio à decisão, ter-se-á certamente perdido com a agregação efectuada comportamentos de procura e oferta

distintos, para além dos problemas de natureza biológica resultantes da diferente distribuição de recursos.

Uma constatação que se pode efectuar da política nacional e comunitária de gestão dos recursos da pesca, é a de que se rege sobretudo pelas considerações biológicas, e dá ainda pouca relevância à questão económica e sobretudo à sua dimensão espacial. Procura-se ainda atingir objectivos de natureza biológica, subvalorizando as diferentes repercussões dos instrumentos utilizados ao nível dos territórios. A consequência desta uniformização na utilização dos instrumentos é verificada *à posteriori*, surgindo depois medidas minimizadoras, ao nível espacial, a exemplo da iniciativa comunitária PESCA. Apesar da política comum de pescas (PCP) ser considerada das políticas comunitárias a mais integrada, peca no entanto, por não efectuar a necessária diferenciação espacial da sua política de gestão de recursos.

No que diz respeito aos hábitos de consumo e logo ao mercado destes recursos, deve-se compreender que se tratam em grande parte de produtos consumidos em fresco e de carácter perecível. Apesar da evolução das tecnologias de frio, estes produtos apresentam uma fraca mobilidade, abastecendo na sua maior parte os mercados regionais ou locais. Apesar do fenómeno da globalização, a rigidez dos hábitos de consumo conduz ainda a uma elevada preferência por produtos locais e com um grau de frescura elevado, embora existam um conjunto de espécies para as quais existe de facto um mercado mundial.

Esta rigidez das preferências dos consumidores é particularmente notória nos países da zona mediterrânica e naturalmente em Portugal. Mesmo considerando o nosso País, se se fosse verificar os preços da transacção das espécies certamente que se encontraria diferenças não só ao nível regional como ao nível local.

A programação multi-objectivo permite uma maior explicitação da variável espaço, dada a possibilidade de consideração de vários objectivos. Um dos objectivos geralmente tidos em conta no processo de decisão, é o da manutenção do emprego. A variável emprego é também uma importante forma de sintetizar a relevância regional de uma actividade económica. Esta variável será uma das formas de considerar a dimensão espacial.

Estudar-se-á a forma de fazer reflectir nos instrumentos de análise e apoio à decisão a variável espaço. Para tal abordar-se-á a possibilidade de o efectuar numa modelização bio-económica e através da programação multi-objectivo. Os termos em que se poderá considerar a variável espaço na análise da exploração óptima de recursos, será abordada na secção 2.4.. A consideração da variável espaço por intermédio da programação multi-objectivo, através das diversas técnicas, é explorada no capítulo 4. No capítulo 5 com o estudo de um caso empírico será analisada uma metodologia que procure integrar essas contribuições.

## **2. Contribuição dos modelos bio-económicos para as políticas de gestão dos recursos da pesca**

### **2.1. – Introdução aos modelos bio-económicos**

A bio-economia é uma área algo recente. Os autores referem o seu início em 1954 com a publicação do modelo de Gordon (1954) e de Schaefer (1957). Schaefer estabeleceu o modelo com uma formalização mais rigorosa, passando a ser designado por modelo Gordon-Schaefer, tendo dominado as últimas décadas e continuado a exercer a sua forte influência.

Será neste modelo assim como no trabalho de Clark (1990), que se sustenta a exposição; primeiro em termos estáticos e depois em termos dinâmicos com base no trabalho de Clark (1975 e 1990) efectua-se uma exposição o mais simples possível da bio-economia das pescas.

O objectivo será o de expor os instrumentos básicos de apoio à decisão, onde se revelam as opções para o decisor. Procura-se também introduzir as transformações necessárias para que os mesmos façam reflectir a variável espaço. Dado que nem sempre os modelos mais sofisticados são utilizados e os seus resultados devidamente explorados, optou-se por não efectuar uma descrição exaustiva de todas as possibilidades dos modelos bio-económicos, mas sim, de como podem ser operacionais, mesmo com reduzida informação biológica, auxiliando de facto o processo de decisão.

Assim, este capítulo assenta em modelos de excedente de produção, nomeadamente no modelo logístico. Inicia-se com uma análise estática da exploração óptima de recursos, seguida de uma análise dinâmica da exploração óptima de recursos baseada no trabalho de Clark (1975). A exposição tem como objectivo permitir a comparabilidade entre os resultados teóricos da análise estática e os da análise dinâmica.

Pretende-se uma exposição pragmática da teoria que será alvo de aplicação no capítulo 5.

Utiliza-se frequentemente a palavra *stock*, para designar um conjunto de indivíduos da mesma espécie, com os mesmos parâmetros biológicos (crescimento e mortalidade), com uma zona de reprodução comum e com uma determinada localização. Supõe-se não existir intercâmbio entre indivíduos de diferentes *stocks*.

O estado óptimo de um *stock*, ou o seu equilíbrio bio-económico exige o cumprimento simultâneo de duas condições: a existência de um equilíbrio biológico, ou seja que as capturas sejam sustentáveis; e a existência de um equilíbrio económico, através do qual as capturas realizadas devem proporcionar o máximo de utilidade social.

A entidade com competência deverá conduzir a exploração do *stock* ao seu estado óptimo e mantê-lo nessa situação. Em primeiro lugar há que ter conhecimento do nível da biomassa óptima. Sabendo que na maior parte dos casos a biomassa é inferior ao seu nível óptimo, existe a necessidade de estabelecer uma etapa transitória para elevar o nível da biomassa até ao seu nível óptimo. Após chegados a essa biomassa óptima há que mantê-la, determinando um nível de capturas compatível com a mesma.

Optar-se-á por uma abordagem em que se utiliza um modelo do tipo de excedente de produção. Supõe-se que o modelo de crescimento logístico descreve de forma adequada o crescimento natural de uma espécie. Começa-se por um modelo estático, para depois se passar a explicitar a variável tempo, utilizando um modelo dinâmico.

Procura-se explorar formas de considerar na modelização bio-económica a variável espaço. Como tal, durante a exposição do modelo estático e do modelo dinâmico considerou-se, quer a hipótese de preços constantes, quer a hipótese de preços dependentes das capturas. A análise dinâmica é obviamente preferível a uma análise estática, e a consideração de uma taxa de actualização poderá servir para fazer reflectir diferentes custos de oportunidade desta actividade nos diversos territórios.

A exploração da dimensão espacial nos instrumentos de apoio à decisão na gestão dos recursos da pesca, deverá ser efectuada pela tentativa de reflectir as diferentes estruturas de custo da actividade, os diferentes comportamentos da procura e eventualmente no caso de modelos dinâmicos a consideração de diferentes taxas de actualização. Durante a exposição não se considera a possibilidade de custos fixos assumindo que são nulos,

mas a sua consideração será tida em conta na aplicação empírica. Admitir a sua existência não causa substanciais alterações ao nível teórico.

Dado que ainda não se abordou os instrumentos e os objectivos de uma política de gestão dos recursos da pesca, assume-se que o objectivo da entidade com competências para executar a política, é o de obter um nível do *stock* e de capturas correspondente ao equilíbrio bio-económico.

## 2.2. – Análise estática da exploração óptima de *stocks*

Nesta secção expõe-se o modelo tradicional de Gordon e Schaefer. Esta exposição foi enriquecida pela contribuição ao longo dos anos de outros autores.

Supõe-se que existe um recurso explorado por uma frota, na qual cada uma das embarcações pertence a uma pequena empresa e que obviamente competem entre si nas capturas que efectuam. O modelo é desenvolvido de forma estática, o tempo não é explicitado, apenas aparece como unidade medida das variáveis fluxo. Não é considerada igualmente a diferenciação temporal dos capitais, assume-se equidade intergeracional, ou seja que a taxa de actualização é nula.

O modelo estabelece as seguintes hipóteses: o custo fixo de cada embarcação é nulo; o *stock* é explorado por uma frota com um número invariável de embarcações e que têm determinada capacidade de esforço.

Primeiro que tudo determina-se o estado óptimo de um *stock*, supondo preços constantes e conhecidos, admitindo-se que o preço não varia com a quantidade capturada.

Adopta-se a lei de crescimento logístico já abordada no primeiro capítulo:

$$F(x) = rx\left(1 - \frac{x}{K}\right) \quad (2.1)$$

Onde  $x$  é o *stock* de biomassa,  $r$  e  $K$  são parâmetros positivos, considerando-se conhecidos e constantes.

Designando por  $E$  o esforço de pesca e por  $h$  as capturas, supõe-se que as capturas realizadas por unidade de esforço são, em cada momento, proporcionais à biomassa existente. O parâmetro  $q$  designa-se de coeficiente de capturabilidade e o mesmo supõe-se constante e conhecido. Obtem-se então a seguinte relação:

$$\frac{h}{E} = qx \quad (2.2)$$



Esta equação significa que, as capturas por cada unidade de esforço de pesca dependem não só do nível de biomassa existente, mas também, de um indicador de eficiência nas capturas designado por coeficiente de capturabilidade.

Tal como já se referiu supõe-se um custo fixo nulo. Assim, os custos totais correspondem aos custos variáveis. Admite-se ainda, uma proporcionalidade entre o custo total e o esforço realizado. O custo marginal (custo por unidade de esforço) é considerado uma constante conhecida. Desta forma a função de custo total é  $CT=cE$ .

O objectivo da modelização é, como já se referiu, obter o estado óptimo do *stock*, determinando para tal a biomassa óptima. Para que a biomassa seja óptima dever-se-á cumprir o equilíbrio biológico e económico. Para que exista equilíbrio biológico o crescimento da biomassa deverá igualar as capturas:

$$h = F(x) \quad (2.3)$$

Se se resolver (2.2) em ordem a  $h$ , obtém-se a expressão  $h=qEx$ ; se se substituir na expressão obtida em (2.1), obtém-se a seguinte condição de equilíbrio biológico:

$$qEx = rx\left(1 - \frac{x}{K}\right) \quad (2.4)$$

Resolvendo a expressão em ordem à biomassa, obtém-se:

$$x = K\left(1 - \frac{qE}{r}\right) \quad (2.5)$$

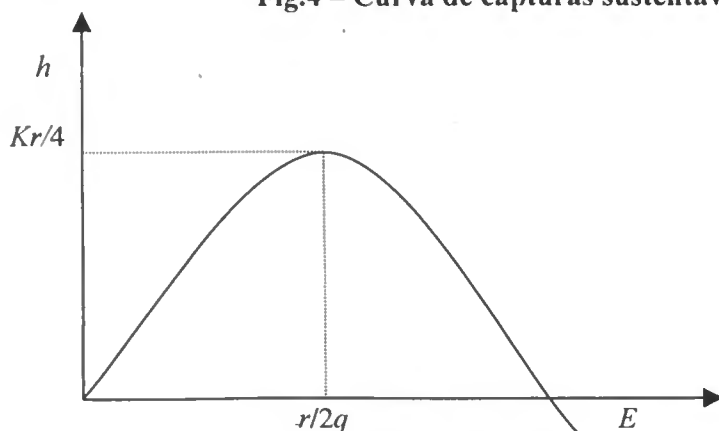
Sabendo que  $h=qEx$ , pode-se obter as capturas sustentáveis substituindo nesta função a expressão anterior:

$$h = qKE\left(1 - \frac{qE}{r}\right) \quad (2.6)$$

Esta expressão representa a função de capturas sustentáveis e representa para cada nível de esforço o valor das capturas sustentáveis.

Representando a expressão (2.6) obtém-se a seguinte parábola:

**Fig.4 – Curva de capturas sustentáveis**



A Figura 4 ilustra uma parábola. Derivando a expressão (2.6) em ordem ao esforço de pesca ( $E$ ) e igualando a zero, obtém-se  $E=r/2q$ ; substituindo na expressão (2.6) obtém-se o máximo correspondente a um nível de capturas  $Kr/4$ .

Para se obter o equilíbrio bio-económico ter-se-á que introduzir a condição de equilíbrio económico, conduzindo à determinação do nível de biomassa que maximiza a utilidade social.

O lucro é, no entanto, nesta actividade, intitulado de “monte maior” ( trata-se da expressão utilizada para designar as receitas que serão objecto de repartição pela tripulação de uma embarcação), dado que não se está a considerar a retribuição da tripulação no custo marginal, parâmetro  $c$ .

O “monte maior” que por facilidade de expressão se designará por lucro ( $\Pi$ ) é designado pela seguinte expressão:

$$\Pi = ph - cE \quad (2.7)$$

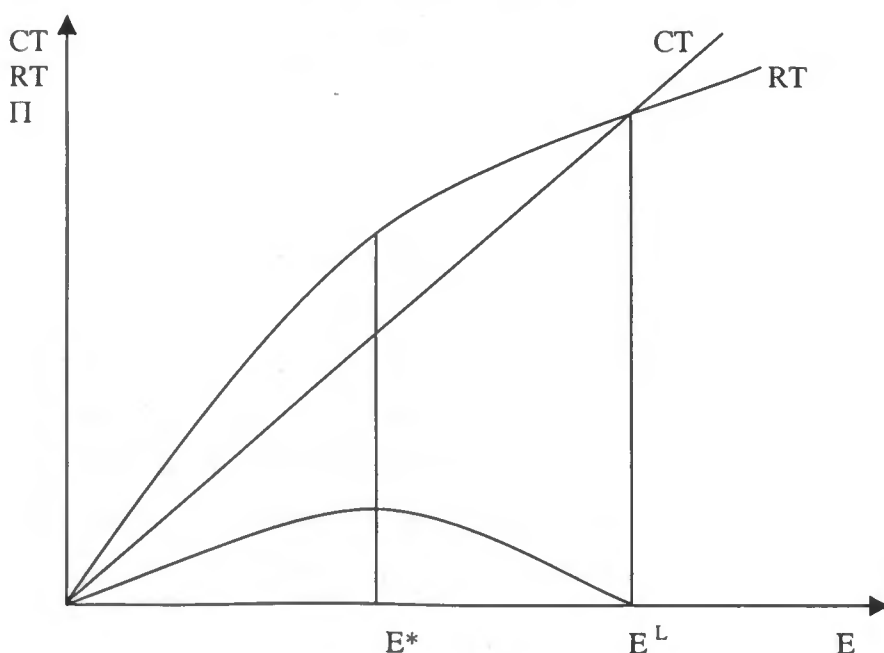
Na qual as receitas totais (RT), correspondem ao produto das capturas ( $h$ ) pelo preço ( $p$ ); e os custos totais (CT) são o produto do custo marginal ( $c$ ), pelo esforço de pesca ( $E$ ).

Se se substituir a função de capturas sustentáveis, expressão (2.6), na expressão do lucro obter-se-á:

$$\Pi = pqKE\left(1 - \frac{qE}{r}\right) - cE \quad (2.8)$$

Passa-se a representar graficamente as expressões do lucro, da receita total e do custo total:

**Fig.5 – Esforço óptimo**



Fonte: Martínez, M. A. López (2000), Bioeconomía, teoría y Política Pesquera, UCA, Espanha.

A curva da receita total, resulta da multiplicação da função de capturas sustentáveis, expressão (2.6) pelo preço, ou seja, o máximo que estava indicado como  $Kr/4$  na Figura 4 passa na curva de receita total a  $pKr/4$ , correspondente ao esforço  $r/2q$ .

O custo total é uma recta que parte da origem, dado que se assume custos fixos nulos. O custo total tem declive  $c$  que corresponde ao custo marginal.

A função lucro é obviamente a diferença entre as curvas de receita total e custo total. O seu máximo corresponde ao equilíbrio bio-económico. Para determinar o máximo em termos de esforço, deriva-se a função lucro em ordem a  $E$  obtendo:

$$E^* = \frac{r(Kpq - c)}{2Kpq^2} \quad (2.9)$$

Substituindo o nível óptimo de esforço, expressão (2.7), na equação (2.8) obtém-se a seguinte expressão:

$$\Pi^* = \frac{r(c - Kpq)^2}{4Kpq^2} \quad (2.10)$$

Substituindo a expressão (2.9) em (2.6), expressão que representa os pares ordenados biomassa/esforço, chega-se à biomassa óptima que é dada por:

$$x^* = \frac{K}{2} + \frac{c}{2pq} \quad (2.11)$$

É muito importante verificar-se as consequências desta expressão da biomassa óptima. Recorde-se que no ponto 1.1, referiu-se que do ponto de vista exclusivamente biológico e para uma função de crescimento logístico, a biomassa óptima seria  $K/2$ , ou seja, poder-se-á retirar a conclusão de que, incorporando a componente económica, a biomassa óptima resultante, será superior à indicada do ponto de vista biológico, dado que  $x^* > K/2$ .

Necessário será também determinar as capturas óptimas a fixar, após chegado a essa biomassa óptima, basta para tal efectuar,  $F(x^*)$ , daí resultando:

$$h^* = \frac{r(c + Kpq)(Kpq - c)}{4Kp^2q^2} \quad (2.12)$$

Obteve-se os principais resultados da exploração de um modelo simples, em análise estática, e assumindo preços constantes. Recorde-se que se admitiu a existência de um número fixo de embarcações a explorar um *stock*. Poder-se-á desde já, retirar algumas importantes ilações em termos de política de gestão das pescas.

Determinado o nível de capturas óptimas a manter, pode-se estabelecer uma TAC (Total Admissível de Capturas), que se poderá depois distribuir através de quotas pelas embarcações. Salvaguardando a impossibilidade de entrada de novas embarcações, salvo para substituição das que já fariam parte da frota autorizada, e fazendo cumprir a obrigatoriedade de não ultrapassar as quotas e consequentemente da TAC, o *stock* poder-se-á manter em estado óptimo.

A assunção de custos fixos pode facilmente ser abandonada, sem que os resultados expostos se alterem significativamente; esforço, capturas e biomassa mantêm-se. Apenas o lucro se altera, bastando deduzir os custos fixos ao valor apurado.

Mas, para a teoria económica, interessa sobretudo analisar o mercado do recurso e como tal, apresentam-se aqui duas outras perspectivas do modelo. Representando as variáveis endógenas em função das capturas, analisa-se a perspectiva lucro/capturas e a perspectiva preço/capturas.

Expressando receitas e custos em função das capturas tem-se,  $RT=ph$  e dado que  $CT=cE$  e  $E=h/qx$  retira-se  $CT=ch/qx$ ; como na função custo total aparece a biomassa recorre-se à expressão de equilíbrio biológico  $h=F(x)$ , que resolvendo em ordem a  $x$  resulta em:

$$x = F^{-1}(h) = \frac{K}{2} \pm \frac{\sqrt{Kr(Kr - 4h)}}{2r} \quad (2.13)$$

A expressão (2.13) é consequência da forma simétrica da parábola da Figura 2, correspondente ao crescimento logístico, já que se a cada biomassa corresponde um único crescimento, a cada nível de capturas (igual ao crescimento) correspondem dois valores da biomassa.

Substituindo agora na função de custo total obtém-se:

$$CT = \frac{cr}{2q} \pm \frac{c\sqrt{Kr(Kr - 4h)}}{2Kq} \quad (2.14)$$

Para obter o máximo ter-se-á então que derivar em ordem a  $h$  e igualar a zero a seguinte expressão do lucro:

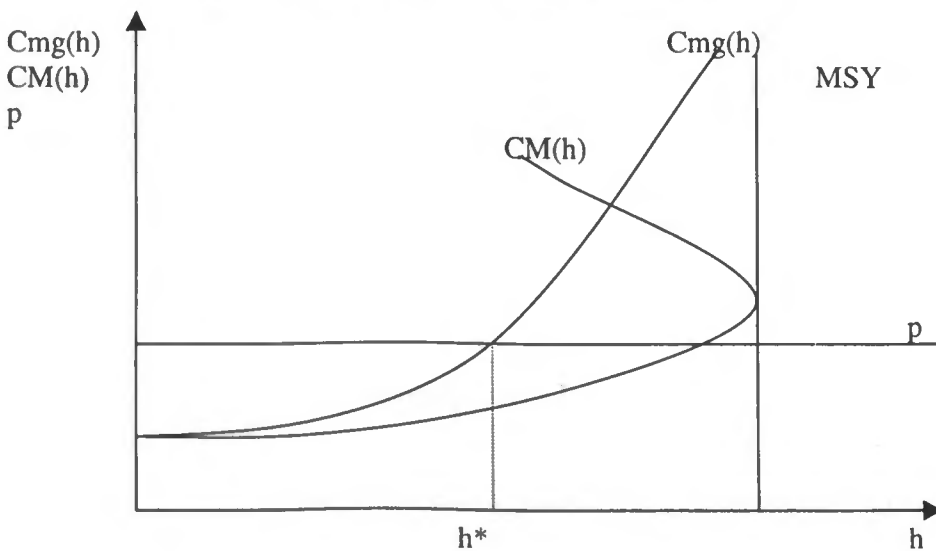
$$\Pi = ph - \left( \frac{cr}{2q} \pm \frac{c\sqrt{Kr(Kr-4h)}}{2Kq} \right) \quad (2.15)$$

Sabe-se desde logo que, dado que o preço é constante, a derivada da receita total em ordem a  $h$ , resulta  $p$ ; e que, a biomassa óptima neste modelo é sempre superior a  $K/2$ , portanto, deriva-se apenas o ramo com sinal positivo, de que resulta:

$$p = \frac{c\sqrt{Kr(Kr-4h)}}{Kq(Kr-4h)} \quad (2.16)$$

Logo, o lucro máximo da actividade obtém-se para o nível de  $h$  que verifique a condição de preço igual ao custo marginal das capturas,  $p = C_{mg}(h)$ .

**Fig.6 – Capturas óptimas em análise estática**



Fonte: Martínez, M. A. López (2000), Bioeconomia, teoria y Política Pesquera, UCA, Espanha.

Na Figura 6 está representada a procura e a oferta de mercado. A procura é representada por uma recta, dado que se está a supor preços constantes. A curva da oferta é representada pelo custo marginal das capturas, expressão (2.16). A ordenada na origem da curva de custo marginal corresponde a  $c/qK$ , o ponto de equilíbrio dá-se obviamente no ponto  $h^*$ , em que a procura intersecta a oferta.

A situação de livre acesso definida por Gordon, é aquela em que as embarcações têm o direito de aceder livremente ao *stock* e podem pescar as quantidades que entenderem.

Sobre este pressuposto o autor supracitado conclui que a posição de equilíbrio atingida seria a que corresponde ao nível de esforço ( $E^L$ ) na Figura 5, correspondendo a um lucro nulo.

Recordando a Figura 5, verifica-se que a situação de livre acesso corresponde à intersecção entre as receitas totais e os custos totais de captura, isto é, ao ponto em que os lucros se anulam. Esse ponto em termos de esforço de pesca corresponde a  $E^L$ , nível bastante superior a  $E^*$ . Este raciocínio é baseado em dois argumentos; primeiro nenhum nível de esforço inferior a  $E^L$  poderia manter-se indefinidamente, já que para esse nível de esforço os lucros seriam positivos, o que iria atrair novos produtores proporcionando um aumento do esforço; o segundo argumento é o de que, se o esforço de pesca fosse superior a  $E^L$ , a situação ocasionaria perdas para as empresas, pelo que, alguns deles poderiam abandonar a actividade diminuindo desta forma o esforço de pesca.

Esta situação diverge da que se acabou de analisar dado que se assume como fixo o número de embarcações. A situação de livre acesso corresponde a um horizonte temporal de longo prazo, no qual o número de embarcações é variável.

Apresentando novamente a função lucro e recordando a expressão (2.8) igualando-a a zero:

$$pqKE\left(1 - \frac{qE}{r}\right) - cE = 0 \quad (2.17)$$

Se se resolver em ordem ao esforço de pesca, obtém-se uma função do esforço de pesca na situação de livre acesso:

$$E^L = \frac{r(Kpq - c)}{Kpq^2} \quad (2.18)$$

Substituindo o  $E^L$  na expressão que relaciona a biomassa e o esforço, obtém-se a função que permite obter o nível da biomassa na situação de livre acesso:

$$x^L = \frac{c}{pq} \quad (2.19)$$

A partir desta última expressão pode-se, por substituição na função de crescimento logístico, obter a função de capturas em livre acesso:

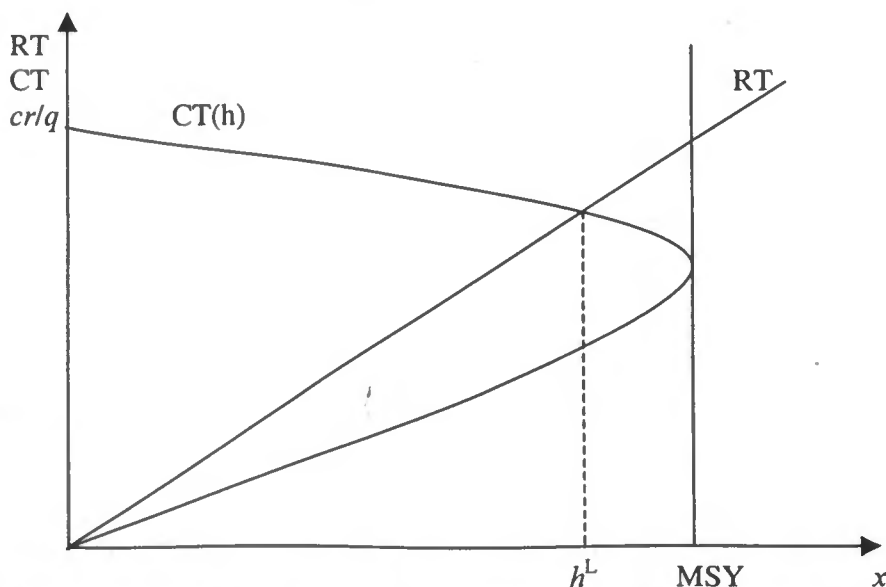
$$h^L = \frac{cr(Kpq - c)}{Kp^2q^2} \quad (2.20)$$

Tem-se assim as três principais variáveis ( $E^L$ ,  $x^L$ ,  $h^L$ ) determinadas para a situação de livre acesso. As suas expressões permitem obter os resultados previsíveis de uma desregulamentação, isto é, o que poderia acontecer a um *stock* se fosse permitido o livre acesso.

Ao comparar-se com as expressões obtidas no caso do *stock* com regulamentação, isto é, assumindo um número fixo de embarcações a operar, o esforço na situação de livre acesso tende a duplicar e o lucro a reduzir-se a zero. A biomassa tende a ser muito inferior e será tanto menor quanto maior for o preço do recurso.

Pode-se concluir pela necessidade de regulamentação dado que, a situação de livre acesso não beneficia a sociedade.

**Fig.7 – Livre Acesso**



Fonte: Martínez, M. A. López (2000), Bioeconomia, teoría y Política Pesquera, UCA, Espanha.

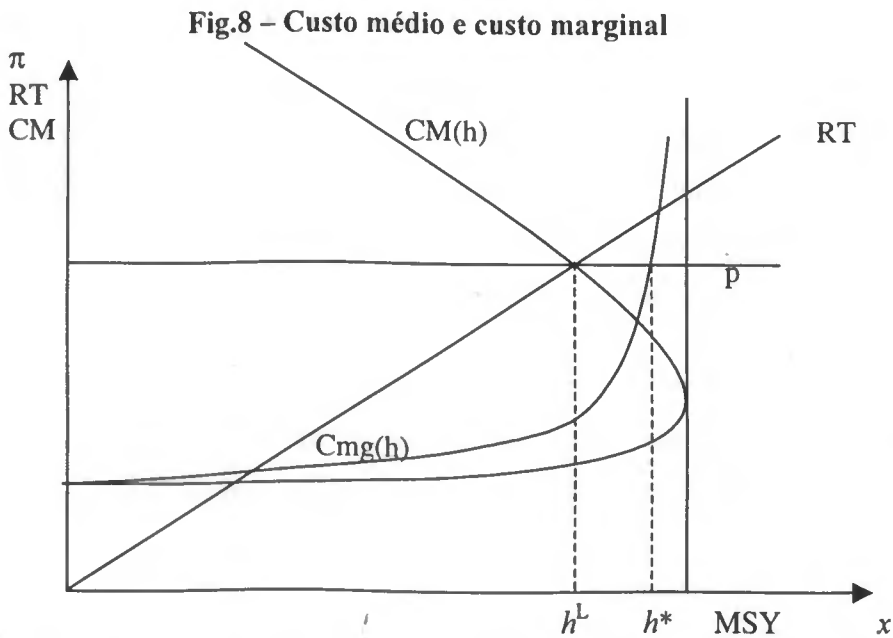


Na Figura 7, a curva de custos totais parte da origem e intersecta o eixo das ordenadas no ponto  $cr/q$ . As capturas de livre acesso ( $h^L$ ) correspondem à intersecção entre a curva de custos totais e a de receitas totais.

Na curva de custo médio que se pode visualizar na Figura 6, as capturas têm um comportamento particular, dado que a curva muda de sentido no ponto da biomassa correspondente ao MSY.

Dado que  $CT=ch/qx$ , a expressão do custo médio é  $c/qx$ . Se nela se substituir a expressão (2.13) obtém-se:

$$CM = \frac{c[Kr \mp \sqrt{Kr(Kr - 4h)}]}{2hKq} \quad (2.21)$$



Fonte: Martínez, M. A. López (2000), Bioeconomia, teoría y Política Pesquera, UCA, Espanha.

Como se pode verificar pelo gráfico, a curva de custo médio tem dois ramos. O primeiro correspondente ao sinal negativo do radicando da expressão (2.21), começa no ponto  $c/qK$  e cresce mais do que proporcionalmente com  $h$ , até tangenciar a vertical correspondente a MSY. Depois muda de sentido para  $x > K/2$ , parte do ponto MSY e

volta para trás, muito mais do que proporcionalmente à medida que  $h$  decresce, até se tornar assintótica com o eixo vertical.

Mas será conveniente aprofundar as razões de alteração de sentido da curva de custo médio. O facto de a curva de custo médio voltar para trás a partir do ponto MSY, significa que as capturas deixam de ser sustentáveis e que se ultrapassou a capacidade de esforço  $r/2q$ . Aumenta o esforço mas diminuem as capturas devido ao facto da biomassa ter atingido um valor inferior a  $K/2$ .

Por outras palavras, a alteração de sentido da curva de custo médio significa que se iniciou a sobreexploração do *stock* e naturalmente que o custo médio vai aumentando à medida que diminuem as capturas.

Na Figura 8, a recta do preço corta a curva de custo médio na sua parte revirada, significa que, a este preço, quer a situação de livre acesso quer a situação com regulamentação correspondem a uma sobreexploração do recurso.

Desta feita, compreende-se que em situação de livre acesso se capture mais do que o crescimento da biomassa, pelo que, ela diminui sucessivamente atingindo níveis inferiores a  $K/2$  até estabilizar em  $x^L$ , onde o lucro se anula. Em livre acesso há tendência para que existam demasiadas embarcações em actividade (excesso de capacidade da frota), o esforço de pesca é demasiado elevado e o lucro tende a ser nulo.

Abandone-se agora a hipótese de preços constantes e considere-se os preços como função das quantidades capturadas, isto é, assume-se que  $p=p(h)$  e que  $dh/dp < 0$ , portanto que o preço diminui à medida que aumentam as quantidades capturadas do recurso.

Introduzindo uma função procura está-se a introduzir uma nova variável endógena - o preço. Deste modo, o modelo passa a ser composto das seguintes equações:

$$\frac{dx}{dt} = rx\left(1 - \frac{x}{K}\right) \quad (2.22)$$

$$h = qEx \quad (2.23)$$

$$CT = cE \quad (2.24)$$

$$p = a - bh \quad (2.25)$$

Prosseguindo o objectivo, necessita-se de ter a função de procura do recurso, se se pretender maximizar o excedente do produtor e do consumidor.

Se na função de custo total,  $CT = ch/qx$ , se substituir  $x = F^{-1}(h)$ , para que o custo total dependa somente de  $h$ , obtém-se a expressão :

$$CT = \frac{cr}{2q} \pm \frac{c\sqrt{Kr(Kr - 4h)}}{2Kq} \quad (2.26)$$

Derivando esta expressão em ordem a  $h$ , considerando apenas o ramo positivo dado que  $x$  é sempre superior a  $K/2$ , resulta:

$$Cmg = \frac{c\sqrt{Kr(Kr - 4h)}}{Kq(Kr - 4h)} \quad (2.27)$$

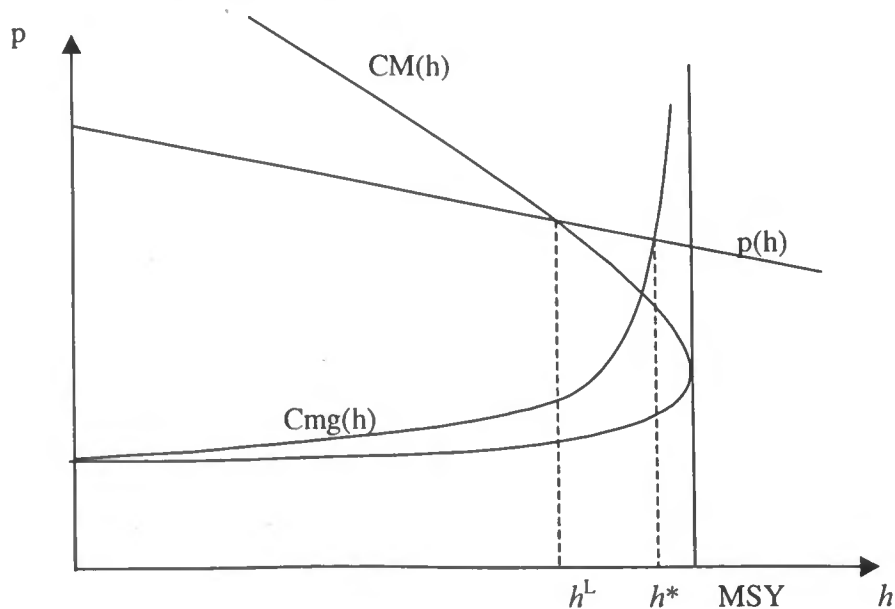
A expressão (2.27) representa o custo marginal das capturas, isto é, o custo da última unidade capturada em função das capturas. Expressão já obtida anteriormente, mas dado que agora se está a considerar os preços dependentes das capturas, tem-se a igualdade:

$$a - bh = \frac{c\sqrt{Kr(Kr - 4h)}}{Kq(Kr - 4h)} \quad (2.28)$$

A expressão (2.28) representa o máximo benefício da actividade, que se encontra para o valor de  $h$  que satisfaça a igualdade entre o preço e o custo marginal.

Representando no plano preço e capturas, obtém-se o seguinte gráfico:

**Fig.9 – Capturas ótimas com o preço dependente das capturas**



Fonte: Martínez, M. A. López (2000), Bioeconomia, teoría y Política Pesquera, UCA, Espanha.

Na situação de livre acesso, com preços dependentes das capturas, a tendência será para  $p=CM$ . Como se pode verificar na Figura 9, tudo depende da posição da curva da procura. No caso da acima representada, verifica-se que corta os custos médios na sua parte revirada, traduzindo o livre acesso uma situação de sobreexploração.

### 2.3. Análise dinâmica da exploração óptima de stocks

Na secção anterior introduziu-se o modelo tradicional de Gordon e Schaefer, efectuando uma análise estática da exploração óptima de *stocks*.

Prossegue-se a análise em termos dinâmicos recorrendo à teoria do controle óptimo.

Baseados na obra de Clark (1990), utiliza-se, tal como o autor, formas funcionais ao invés de formas paramétricas, utilizando  $F(x)$  para representar a função de crescimento e  $c(x)$  para representar o custo médio das capturas.

Passa-se a designar a variável central do estudo - a biomassa por  $x=x(t)$ . A variável biomassa varia com o tempo, sendo a variável de estado, a que se deseja controlar. A variável de controle é  $h(t)$ , e é a partir dela que se controla a biomassa. O crescimento natural da biomassa é representado por  $F(x(t))$ ; o crescimento líquido é dado pela seguinte equação:

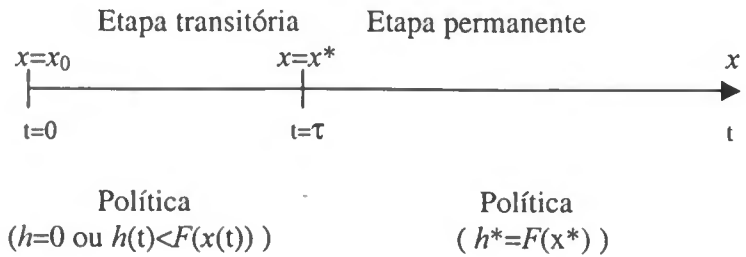
$$\frac{dx}{dt} = F(x(t)) - h(t) \quad (2.29)$$

Esse crescimento será positivo se  $h(t)$  for inferior a  $F(x(t))$ ; negativo se as capturas forem superiores ao crescimento da biomassa; nulo caso as capturas igualem o crescimento da biomassa. Intervindo sobre  $h(t)$  controla-se a biomassa.

Convém antes de desenvolver o raciocínio, esclarecer que a tarefa de regulamentação dos recursos exige, geralmente, a consideração de duas etapas. Em muitos casos a biomassa inicial do recurso ( $x_0$ ), é inferior à biomassa óptima. Partindo desse pressuposto a tarefa de regulamentação terá duas etapas. A primeira, chamada de etapa transitória, decorre desde o momento  $0(t=0)$  até ao momento em que se alcança a biomassa óptima( $t=\tau$ ). No decorrer desta etapa sempre que as capturas (variável de controle) estejam compreendidas no intervalo  $0 \leq h(t) \leq F(x(t))$ , a biomassa terá um crescimento líquido positivo. Claro que a política de regulamentação mais rápida será a de anular as capturas ( $h(t)=0$ ), nesse caso a duração da etapa transitória é a mais curta possível, dado que o crescimento líquido da biomassa é exactamente igual a  $F(x(t))$ .

Após a etapa transitória e chegados ao momento  $t=\tau$ , em que se obtém a biomassa óptima  $x=x^*$ , entra-se na etapa permanente, na qual, para manter a biomassa nesse estado, terão de se manter as capturas no nível  $h^*=F(x^*)$ . Deste modo o *stock* manter-se-á indefinidamente no seu estado óptimo.

**Fig.10 – Etapas da regulamentação**



O conceito de biomassa óptima em análise dinâmica é substancialmente diferente. Assume-se, de início, que o preço do recurso é conhecido e constante. Com este pressuposto a maximização da utilidade social corresponde à maximização do lucro dos produtores.

Em análise dinâmica considera-se o lucro também como função do tempo, logo, o que se pretende maximizar é a expressão:

$$\Pi(t) = RT(t) - CT(t) \tag{2.30}$$

Considerando uma taxa de actualização  $\delta$ , a actualização do fluxo de benefícios ao longo do tempo, o valor actual dos benefícios (Present Value (PV)), é efectuada da seguinte forma:

$$PV = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} \Pi(t) dt \tag{2.31}$$

É a maximização da expressão anterior que permite chegar à biomassa óptima em análise dinâmica. Ou seja, a biomassa óptima será o valor  $x^*$  da biomassa  $x(t)$  que

permite maximizar o valor actualizado dos lucros obtidos através da exploração do *stock*.

Através do máximo de Euler pode obter-se a expressão de  $x^*$ , que maximiza o valor actualizado dos lucros. A biomassa óptima, sendo o valor de  $x$  que permite alcançar a condição de equilíbrio económico, é a que maximiza:

$$\int_0^{\infty} e^{-t} [p - c[x(t)]]h(t)dt \quad (2.32)$$

Máximo condicionado por,

$$\frac{dx}{dt} = F(x) - h(t) \quad (2.33)$$

Designando  $\dot{x} = dx/dt$  pode-se escrever  $h = F(x) - \dot{x}$ , para obter a expressão na forma:

$$PV = \int_0^{\infty} \phi(t, x, \dot{x})dt \quad (2.34)$$

Então substituindo,

$$\int_0^{\infty} e^{-\delta t} [p - c(x)][F(x) - \dot{x}]dt \quad (2.35)$$

Pela condição de máximo de Euler,

$$\frac{d\phi}{dx} = \frac{d}{dt} \frac{d\phi}{d\dot{x}} \quad (2.36)$$

Sendo  $\phi$  a função integrando, desenvolvendo o primeiro termo:

$$\frac{d\phi}{dx} = [-c'(x)(F(x) - \dot{x}) + F'(x)(p - c(x))]e^{-\delta t} \quad (2.37)$$

Sendo o segundo termo:

$$\frac{d\phi}{dx} = -e^{-\delta} (p - c(x)) \quad (2.38)$$

Derivando agora em ordem a  $t$  resulta em:

$$\frac{d}{dt} \frac{d\phi}{dx} = e^{-\delta} [(p - c(x)) + c'(x)\dot{x}] \quad (2.39)$$

Igualando os dois termos obtém-se:

$$[-c'(x)(F(x) - \dot{x}) + F'(x)(p - c(x))]e^{-\delta} = e^{-\delta} [(p - c(x)) + c'(x)\dot{x}] \quad (2.40)$$

Simplificando e resolvendo em ordem a  $\delta$  obtém-se:

$$\delta = F'(x) - \frac{c'(x)F(x)}{p - c(x)} \quad (2.41)$$

Esta expressão revela a relação entre a biomassa e o nível da taxa de actualização, dado o preço do recurso, para obter o valor óptimo da biomassa.

Poder-se-ia chegar à mesma expressão resolvendo o problema de maximização através do máximo de Pontryagin.

Continua-se a abordagem, efectuando algumas simplificações seguindo de perto Clark (1975).

A simplificação introduzida é a de considerar que a etapa transitória referida anteriormente é instantânea. Esta hipótese não ocorre com frequência, dado que muitos dos *stocks* se encontram sobreexplorados, pelo que, dificilmente a biomassa inicial  $x_0$  é superior ao nível óptimo da biomassa  $x^*$ . No entanto, a consideração de que a etapa é instantânea, permite efectuar uma simplificação do problema, dado que reduz a uma incógnita a equação a maximizar, tendo como consequência a redução da complexidade do cálculo a efectuar.



Os autores assumem que no momento 0,  $x_0 > x^*$  e, que esse excedente ( $x^* - x_0$ ) pode ser capturado e vendido, ou seja, a duração da etapa transitória é nula ( $\tau=0$ ). Por outro lado supõe-se que a venda desse excedente seria efectuada ao mesmo preço -  $p$ .

Alcançada a biomassa  $x^*$ , as capturas deveriam ser tais que  $h^*=F(x^*)$ . Para determinar o lucro total obtido nas duas etapas ter-se-á de actualizar os lucros obtidos das capturas  $h^*$  ao longo do tempo e, somar os lucros imediatos da venda do excedente da biomassa, o que é dado pela expressão:

$$PV + \Pi_E = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} [p - c(x^*)] F(x^*) dt + \left[ (x_0 - x^*)p - \int_{x^*}^{x_0} c(x^*) dx^* \right] \quad (2.42)$$

Integrando obtém-se uma expressão somente função da variável  $x^*$ . Para a maximizar deriva-se em ordem a  $x^*$  e iguala-se a zero, obtendo:

$$\frac{1}{\delta} [F'(x^*)(p - c(x^*)) - c'(x^*)F(x^*)] - (p - c(x^*)) = 0 \quad (2.43)$$

Resolvendo em ordem a  $\delta$  surge novamente a expressão :

$$\delta = F'(x) - \frac{c'(x)F(x)}{p - c(x)} \quad (2.44)$$

Para que seja possível efectuar comparações entre o modelo estático e o modelo dinâmico, apresentar o plano preço/capturas, aceitando as hipóteses tradicionais do modelo de Gordon e Schaefer.

Partindo da expressão (2.44) e resolvendo em ordem ao preço, obtém-se:

$$p = c(x) - \frac{c'(x)F(x)}{\delta - F'(x)} \quad (2.45)$$

Introduzindo as hipóteses do modelo de Gordon e Schaefer chega-se à seguinte expressão:

$$p = \frac{c(rx + \delta K)}{qx[2rx + k(\delta - r)]} \quad (2.46)$$

Como se pretende obter a relação entre preço e capturas terá de se repetir o procedimento da secção anterior em que se substituiu a biomassa por  $x=F^{-1}(h)$ , isto é, a expressão:

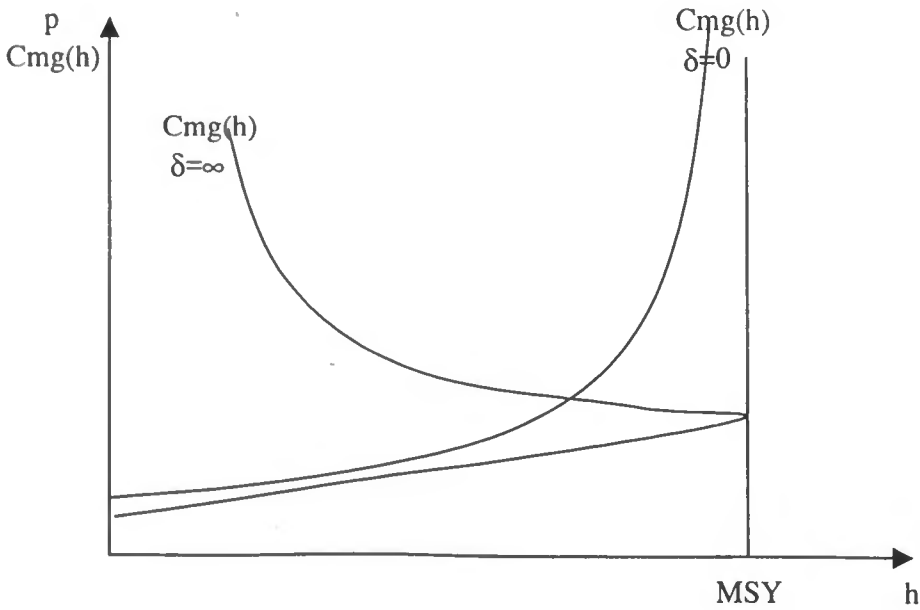
$$\frac{K}{2} \pm \frac{\sqrt{Kr(Kr - 4h)}}{2r} \quad (2.47)$$

Efectuada a substituição em (2.46) obtém-se:

$$p = \frac{c[r(\delta K + 2h) \mp \delta \sqrt{Kr(Kr - 4h)}]}{2hq[\delta K \pm \sqrt{Kr(Kr - 4h)}]} \quad (2.48)$$

A taxa de actualização pode oscilar entre 0 e  $\infty$ . Na Figura 11 estão representados os casos extremos.

**Fig.11 - Custo marginal para diferentes taxas de actualização**



Fonte: Martínez, M. A. López (2000), Bioeconomia, teoria y Política Pesquera, UCA, Espanha.

No caso de  $\delta=0$ , obtém-se exactamente a expressão do custo marginal a que se havia chegado aquando do problema em análise estática:

$$p = \frac{c\sqrt{Kr(Kr-4h)}}{Kq(Kr-4h)} \quad (2.49)$$

O que significa que, com uma taxa de actualização nula a biomassa óptima coincide nas análises dinâmica e estática. Neste caso extremo, a curva de custo marginal é assintótica com MSY, isto é, a curva não se revira e permite obter uma biomassa óptima sempre superior a  $K/2$ .

Recorde-se que uma taxa de desconto nula significa equidade inter-geracional, significando que a sociedade dá o mesmo valor aos rendimentos do futuro que aos do presente.

No outro caso extremo , com  $\delta=\infty$ , o limite da expressão (2.48) com  $\delta\rightarrow\infty$  corresponde a:

$$p = \frac{c(Kr \mp \sqrt{Kr(Kr - 4h)})}{2hKq} \quad (2.50)$$

O que significa que, se a taxa de actualização tende para infinito, a biomassa óptima obtida em análise dinâmica seria idêntica à obtida em situação de livre acesso, em análise estática.

Esta função é designada por Clark como “discounted supply function”. Esta curva varia consideravelmente consoante o nível da taxa de desconto em relação a  $r$ .

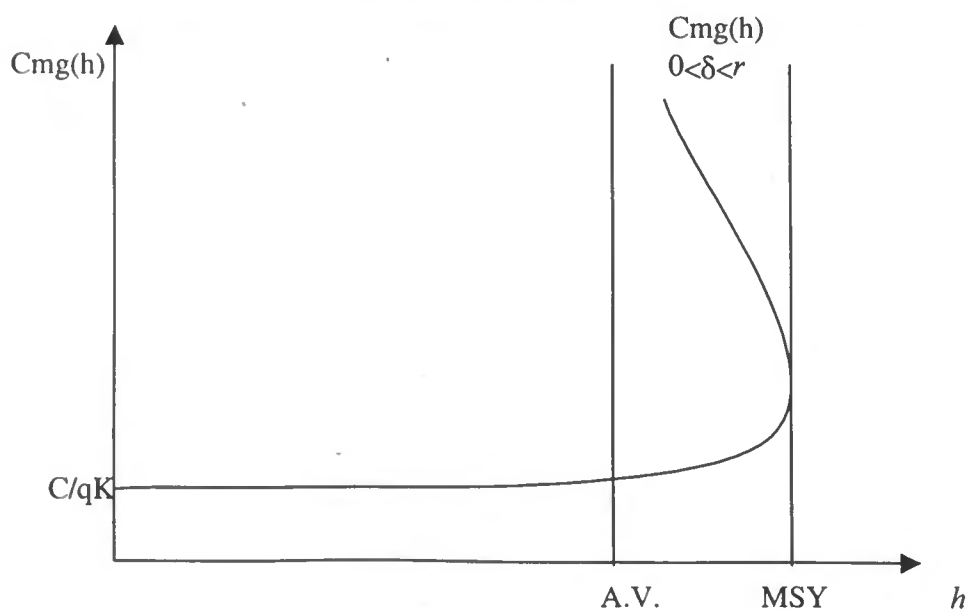
Todas as curvas partem da ordenada na origem  $c/qK$  e tocam na vertical correspondente a  $MSY$ , sendo a altura em que a curva toca a vertical  $MSY$ , tanto menor quanto maior for a taxa de actualização. A partir desse ponto todas as curvas mudam de direcção. Importante será referir que as curvas cuja taxa de actualização fica compreendida ente 0 e a taxa de crescimento ( $0 < \delta < r$ ), tendem para uma assíntota vertical correspondente a:

$$h = \frac{kr}{4} - \frac{K\delta^2}{4r} \quad (2.51)$$

Na maior parte das espécies poder-se-á estar perante uma taxa de actualização superior a 0, mas inferior à taxa de crescimento natural. Embora não seja de eliminar a hipótese de que em espécies com baixos níveis de fecundidade tal possa ocorrer, como é o que parece acontecer com algumas espécies de baleias.

Como no intervalo,  $0 < \delta < r$ , está-se a abarcar a maior parte dos casos passa-se a representar a curva para os mesmos.

Fig. 12- Custo marginal para a taxa de actualização mais frequente



Fonte: Martínez, M. A. López (2000), Bioeconomia, teoría y Política Pesquera, UCA, Espanha.

A obtenção do nível óptimo de capturas efectua-se verificando o ponto de intersecção da curva de custo marginal com a recta do preço. Como já se referiu, todas as curvas de custo marginal tocam a recta correspondente a  $MSY$  no ponto com ordenada na origem correspondente à expressão (2.51).

No caso do preço assumir um valor superior ao resultante da expressão (2.51), as capturas obtidas correspondem a uma biomassa óptima inferior a  $K/2$ , isto é, o *stock* no seu estado óptimo está sobrexplorado. Se o preço for menor que a relação (2.51), então, as capturas óptimas correspondem a uma biomassa óptima superior a  $K/2$ ; se o preço igualar o valor resultante da expressão (2.51) as capturas óptimas corresponderiam a  $MSY$  e a biomassa óptima a  $K/2$ .

Verificou-se uma importante relação entre a taxa de crescimento natural de uma espécie e a taxa de actualização. Sendo a taxa de actualização anual considerada um custo de oportunidade, pode-se afirmar que o capital investido noutra actividade ou no mercado financeiro renderia à taxa  $\delta$ . Enquanto  $r$  é a taxa à qual cresce o recurso natural anualmente, se se comparar estas duas taxas chega-se a algumas conclusões interessantes.

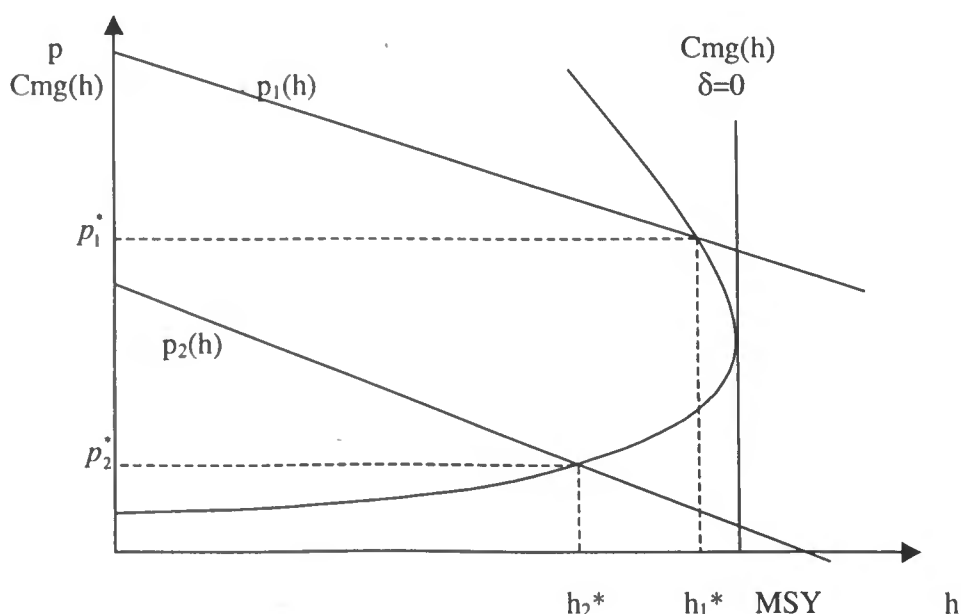
Assim se  $r > \delta$ , se o preço tender a crescer, a biomassa óptima tenderia para um valor  $x^* < K/2$ , sendo as capturas óptimas iguais à expressão (2.51). Mas se  $r < \delta$ , e o preço tender a crescer, então, a biomassa óptima tenderia a zero.

Estas conclusões podem resumir-se de forma muito simplificada. É evidente que, quando o crescimento da biomassa de uma espécie é muito lento, sendo inferior ao retorno de capitais do mercado financeiro, resulta como opção racional de um produtor capturar o mais que puder da espécie para depois investir esse capital no mercado financeiro com o retorno  $\delta$ .

Abandona-se a hipótese de que o preço é constante e, assume-se que varia com as capturas. Assume-se portanto, à semelhança do que se fez em análise estática, que  $p = a - bh$ . Recordando a função de custo marginal já obtida:

$$p = \frac{c[r(\delta K + 2h) \mp \delta \sqrt{Kr(Kr - 4h)}]}{2hq[\delta K \pm \sqrt{Kr(Kr - 4h)}]} \quad (2.52)$$

**Fig.13 – Capturas óptimas em análise dinâmica com o preço dependente das capturas**



Fonte: Martínez, M. A. López (2000), Bioeconomía, teoría y Política Pesquera, UCA, Espanha.

Na Figura 13 encontra-se a função de custo marginal representada para um nível de  $\delta > 0$ . Tem-se ainda duas funções de procura representadas  $p_1(h)$  e  $p_2(h)$ . Ao igualar a oferta à procura obtém-se o preço e as capturas óptimas; tendo as capturas óptimas tornam-se simples de obter as restantes variáveis endógenas do modelo.

A curva de procura  $p_1(h)$  ao intersectar a função de oferta na sua parte revirada (no ramo em que as capturas correspondem a uma biomassa superior a  $K/2$ ), permite obter uma situação de sobrexploração do recurso.

A curva  $p_2(h)$  intersecta a curva de oferta num ponto em que as capturas correspondem a uma biomassa superior a  $K/2$ , portanto superior ao  $MSY$ .

Então será conveniente determinar para que preço se obtém um estado ótimo com sobrexploração. Sendo o ponto fronteira da sobrexploração o ponto  $MSY$ , correspondente na função de oferta a  $c(2+r)/\delta Kq$ , então o preço a partir do qual ocorre sobrexploração resultará da igualdade entre a seguinte expressão:

$$p = \frac{c(2\delta + r)}{\delta Kq} \quad (2.53)$$

e a função de procura dada por:

$$p = a - b \frac{Kr}{4} \quad (2.54)$$

Ao igualar-se estas duas expressões conclui-se que se terá um estado óptimo com sobreexploração, sempre que:

$$a > \frac{c(2\delta + r)}{\delta Kq} \quad (2.55)$$

E que,

$$b < \frac{4[a\delta Kq - c(2\delta + r)]}{\delta K^2 qr} \quad (2.56)$$

Estas relações são válidas no caso do objectivo da regulamentação ser o de maximizar o bem estar de consumidores e produtores.

Caso se verifique simultaneamente (2.55) e (2.56), ou seja, se a função de procura tiver uma ordenada na origem e um declive elevado, como a função  $p_1(h)$  na Figura 13, então, as capturas são tais que, a biomassa é inferior a  $K/2$ , dado que a função de procura intersecta a função de custo marginal na sua parte revirada.



## 2.4. Consideração da variável espaço na análise dinâmica da exploração óptima de stocks

A consideração da variável espaço de acordo com o referido na secção 1.3, poderá ser efectuada tendo em conta o comportamento diferenciado da procura e as diferentes estruturas de custo regionais.

Para se diferenciar espacialmente um recurso é necessário estar perante *stocks* distintos, de outra forma os parâmetros biológicos serão os mesmos. Facto que coloca um grande entrave à modelização bio-económica quando se pretende efectuar a consideração da variável espaço.

Se se considerar o caso de diferentes *stocks* a abastecer um mesmo mercado, e como geralmente a diferentes *stocks* estão associadas distintas estruturas de custo, denominando os três *stocks* por x, y e z, ter-se-ia três funções de crescimento biológico e outros três parâmetros de custo variável c, assim como diferentes coeficientes de capturabilidade.

Ter-se-ia nesse caso três distintas funções de oferta:

. *stock* x,  $p=Cmg(h)_x$ ;

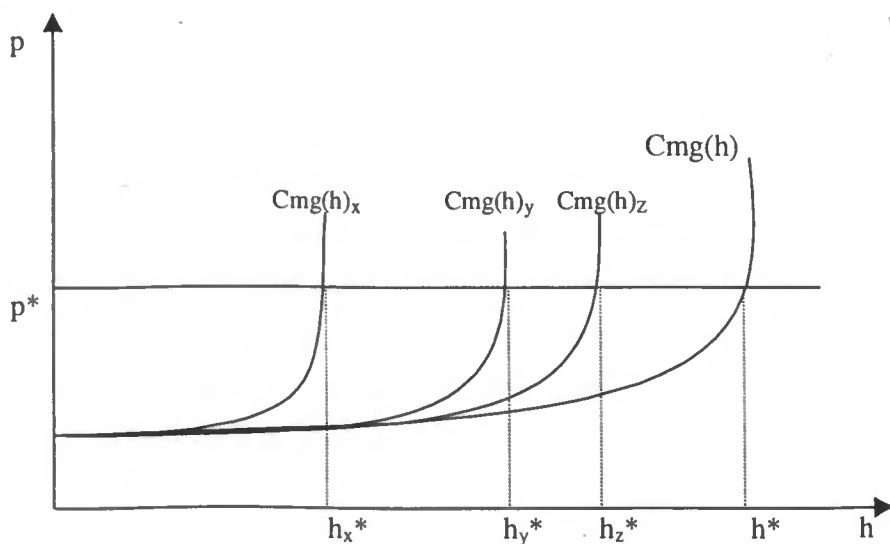
. *stock* y,  $p=Cmg(h)_y$ ;

. *stock* z,  $p=Cmg(h)_z$ .

Consoante a análise efectuada ao mercado em causa, o comportamento da procura seria função das capturas ou constante.

Se o comportamento da procura ou o preço fosse o mesmo nas distintas localizações, haveria que simplesmente agregar as funções de oferta para o mesmo preço, tal que  $Cmg(h) = Cmg(h)_x + Cmg(h)_x + Cmg(h)_x$ . Poder-se-ia depois igualar  $p=Cmg(h)$ , obtendo o volume total de capturas óptimas para as várias localizações. Mas este procedimento só poderá ser utilizado caso se tratem de espécies em que se possam isolar geograficamente as suas funções de crescimento.

**Fig.14 – Funções de oferta do recurso**



Nesse caso as capturas óptimas estabelecidas para o conjunto de regiões estaria compatibilizada para o conjunto das mesmas, dado que as capturas óptimas corresponderiam a  $h^* = h_x^* + h_y^* + h_z^*$ , o mesmo acontecendo com o esforço de pesca.

No caso de várias estruturas de custo e de procuras distintas na exploração de um só *stock*, uma solução seria através da consideração dos diferentes custos variáveis e preços, efectuar uma média ponderada que permita ter um preço médio e um custo variável médio.

Se os factores já referidos tiverem de facto elevada diferenciação espacial, então não se deverá ter para um recurso uma só função de oferta, mas sim considerar diferentes funções de oferta. Estas funções poderão ser agregadas com o objectivo de obter os níveis óptimos para o conjunto das regiões, além de se obter o nível óptimo para cada região individualmente.

Pelo acima exposto tornar-se-á evidente que, sempre que em termos regionais ou locais a estrutura de custos ou a procura sejam substancialmente diferentes, deverão ser consideradas procura e/ou oferta distintas. Se tal não ocorrer da modelização bio-económica poderão resultar indicações inadequadas para a política de gestão de recursos, podendo ao nível regional resultar em sobreexploração ou subexploração de recursos.

Existe uma clara dificuldade de compatibilizar as fronteiras biológicas com as fronteiras económicas da exploração de um recurso. Dificuldade esta que é agravada pelo facto da biologia ter tendência a não considerar as diferenças espaciais do recurso, considerando que existe contacto entre os elementos que compõem a população não classificando como sendo *stocks* diferentes. Existe pois a necessidade de ajustar a procura e a estrutura de custos da actividade à geografia do recurso.

Como tal, no que diz respeito à consideração da variável espaço na modelização bio-económica, com o objectivo de determinar os níveis óptimos de capturas, biomassa e esforço de pesca, ela deverá simplesmente ocorrer sempre que sejam relevantes as diferenças espaciais em termos de procura, oferta ou recursos. Sempre que existam essas diferenças deverão ser determinados os níveis óptimos separadamente para cada região. Analisou-se a possibilidade de o fazer para o caso de existirem diferentes estruturas de custo numa actividade de exploração do mesmo *stock*, e para o caso de *stocks* diferentes com estruturas de custo distintas. Contudo, deve-se salientar que o principal óbice à aplicação da modelização exposta neste capítulo terá a ver com o conceito de *stock* na biologia e, com a necessidade de termos informação suficientemente desagregada quer em termos de capturas e esforço de pesca, quer para os preços e estrutura de custos.

### 3. Objectivos e instrumentos na gestão dos recursos da pesca

#### 3.1.- A caracterização dos objectivos

Antes de se enunciar os principais objectivos que as entidades reguladoras procuram atingir, julga-se ser importante dividi-los em dois grandes grupos. Por um lado, aqueles que se relacionam com a eficiência económica, por outro aqueles que têm sobretudo a ver com a distribuição de rendimentos.

Obviamente que o principal objectivo de uma política de gestão dos recursos da pesca será o de maximizar o excedente de produtores e consumidores, garantindo simultaneamente um equilíbrio biológico do recurso, ou seja, obter o equilíbrio bio-económico. Esta maximização de rendimentos, objectivo adoptado no capítulo 2, aquando da exposição da teoria económica relacionada com a exploração óptima de stocks, é um objectivo enquadrado na eficiência económica e muita das vezes é o único que se pretende atingir.

Apesar de o processo de decisão comportar, regra geral, múltiplos objectivos de carácter biológico, económico e social, a maximização do rendimento não deixa de ser o principal. Tal como refere Hannesson citado por Whitmarsh (1998, pág.5), “não devemos perder a perspectiva de termos de ter algo para distribuir”. Desde que não seja mal interpretado, utilizar como objectivo a maximização do rendimento proporcionado por um *stock*, é perfeitamente correcto, embora após essa consideração se devam ponderar os restantes objectivos de carácter redistributivo.

Dada a complexidade envolvida no processo de decisão, muitos outros objectivos são colocados lado a lado com a maximização do rendimento proporcionado por um stock, sem existirem muitas das vezes prioridades definidas e com um elevado grau de conflitualidade entre os mesmos.

Passa-se a designar os principais objectivos, que são geralmente apontados para além da maximização do rendimento de acordo com Charles (1989):

- manutenção do emprego;

- aumento do rendimento dos pescadores;
- viabilidade das comunidades piscatórias;
- conservação das espécies;
- produção de alimentos.

A manutenção do emprego nas pescas é um dos principais objectivos que os decisores procuram atingir. Trata-se de um objectivo que é na maior parte das vezes conflitual com os restantes. Este objectivo inclui, no caso de existência de indústrias de transformação de pescado, a manutenção dos seus postos de trabalho.

O que ocorre em muitos portos e comunidades piscatórias é um excesso de capacidade da frota associada, muitas vezes, à sobreexploração de *stocks*. Esta sobre capacidade da frota implica excesso de esforço de pesca que, para ser eliminado, necessita de uma reestruturação da mesma, eliminando embarcações. Ora este processo dificilmente pode ser levado a cabo sem gerar desemprego.

Como tal, o objectivo de maximização do bem estar social, através da obtenção de um equilíbrio bio-económico é, na maior parte das vezes conflitual com a manutenção do emprego.

O aumento do rendimento dos pescadores, consoante os casos, poderá entrar em conflito com a manutenção do emprego ou com a obtenção do equilíbrio bio-económico. Muitas das políticas levadas a cabo, têm como objectivo aumentar o rendimento dos pescadores no curto prazo e não, resolver os problemas estruturais de sobre capacidade das frotas e sobre exploração dos recursos.

A viabilidade das comunidades piscatórias pode ser encarada como um objectivo de carácter distributivo, no qual se pretende manter uma actividade pouco eficiente a fim de não sacrificar o emprego e costumes ancestrais. A prossecução deste objectivo entra geralmente em choque com a maximização do rendimento e a consequente reestruturação da frota, eliminando os menos eficientes. Mas a viabilização das comunidades piscatórias pode estar associada a objectivos de outros sectores, como é o caso do turismo. Dados os efeitos cénicos da actividade piscatória tradicional, e mesmo

os consumos intermédios que fornece à restauração, contribui para aumentar significativamente o valor acrescentado do sector turístico.

A pesca na zona económica exclusiva (ZEE) da União Europeia (U.E.), está sujeita a diferentes jurisdições, no âmbito da designada lei do Mar<sup>1</sup>. Os estados costeiros podem declarar uma área limite de 200 milhas, tendo direitos de exploração e gestão dos recursos naturais nessa zona. Todos os estados têm o direito de estabelecer um mar territorial dentro das 12 milhas. Na U.E. os estados membros mantêm na sua responsabilidade sobre o mar territorial, mas a comissão europeia tem a responsabilidade de gestão da área compreendida entre as 12 e as 200 milhas.

A gestão dos recursos da pesca na U.E. é estabelecida por uma Política Comum de Pescas (PCP). Esta política deriva da política agrícola comum, e foi nela incluída pelo artigo nº 38 do Tratado de Roma. O mesmo tratado estabelece os objectivos da PCP, no seu artigo nº 39:

- incrementar a produção através do progresso tecnológico;
- garantir um nível de vida justo, aumentando os rendimentos das pessoas que lhe estão ligadas;
- estabilizar os mercados;
- garantir a viabilidade dos produtores;
- assegurar que os preços cheguem aos consumidores a níveis razoáveis.

Alguns afirmam que a Política Comum de Pesca na União Europeia, é a política sectorial mais integrada. Embora este aspecto não seja objecto da dissertação, enuncia-se as quatro políticas que a constituem: a política de gestão e conservação dos recursos; a política estrutural; a política de mercados e preços e a política externa. A primeira, a política de gestão e conservação dos recursos, tem como objectivo a conservação dos recursos biológicos e a sua exploração sustentada. A segunda, a política estrutural visa uma orientação da produção em função das tendências de longo prazo do mercado e da

modernização da frota, incluindo também alguns apoios de índole social para o sector. A política de mercados e preços, visa através da Organização Comum de Mercados (COM), estabilizar os mercados e garantir preços estáveis aos produtores e consumidores. Por último a política externa tem como objecto as relações e acordos com países fora da U.E.

Canalize-se a preocupação, sobretudo, para a política de gestão e conservação dos recursos. Os seus múltiplos objectivos são também aqueles que presidem ao artigo nº 2 do regulamento nº 3760/92 que refere o seguinte:

- “ to protect and conserve available and accessible living marine aquatic resources, and to provide for rational exploitation on a sustainable basis, in appropriate economic and social conditions for the sector, taking in to account of its implications for the marine ecosystem, and in particular taking in to account of the needs of both producers and consumers”.

Um dos aspectos principais da PCP é, o princípio do livre acesso aos recursos por todos os estados membros e a melhoria dos níveis de vida nas comunidades dependentes da actividade da pesca<sup>2</sup>.

Um dos principais instrumentos de gestão implementado como parte da política de gestão e conservação dos recursos é, o estabelecimento de TAC (Totais Admissíveis de Captura), que após fixados se tornam objectivos a atingir. De notar que as águas da U.E. estão divididas em regiões definidas pela International Commission for the Exploitation of the Sea (ICES). Estes TAC são estabelecidos geralmente, para cada espécie de cada região, mas a TAC pode ser estabelecida de forma a englobar mais do que uma divisão do ICES, se o *stock* abranger mais do que uma divisão. As TAC são divididas pelos estados membros sobre a forma de quotas. Qualquer alteração deve ser repartida de forma proporcional a todos os estados e deve reflectir os direitos históricos de cada estado membro.

---

<sup>1</sup> United Nations Convention on the Law of the Sea(UNCLOS)

<sup>2</sup> Respectivamente artigo nº 2 e nº 9 do regulamento Nº101/76.

Estas quatro políticas sofrem de uma grande inconsistência temporal e espacial. Não raras vezes ocorre estarem a ser subsidiadas embarcações de segmentos de frota que se dedicam a *stocks* sobreexplorados. Políticas contraproducentes que decorrem da reduzida compreensão das diferenças espaciais da actividade e de uma excessiva centralização da PCP. Estas inconsistências na aplicação dos instrumentos, mesmo em termos temporais, decorrem quase sempre da insuficiente compreensão das especificidades regionais e locais e da uniformização de instrumentos.

Os objectivos distributivos referidos, devem estar presentes mas não devem encobrir a necessidade de equilíbrio bio-económico no médio/longo prazo. O que ocorre por vezes é que, o objectivo de obtenção de um equilíbrio bio-económico é secundarizado face a objectivos de curto prazo, com maiores implicações políticas para os decisores, como são os rendimentos ou o emprego.

Se não fosse essa secundarização e a sujeição a objectivos de curto prazo de carácter distributivo, como se compreenderia que, a maior parte dos *stocks* em todo o mundo se encontrem sobreexplorados e a existência de excesso de capacidade das respectivas frotas.

Os decisores optam quase sempre por medidas conjunturais que procuram minimizar os conflitos, ao invés de medidas estruturais.

A capacidade reivindicativa de pescadores e armadores, e o acolhimento junto da restante opinião pública, faz com que os decisores dêem muita das vezes prioridade aos objectivos de curto prazo.

Talvez a principal razão para o pouco acolhimento que os estudos biológicos e os bio-económicos têm no processo de decisão, seja o facto de se preocuparem apenas com um objectivo, enquanto o processo de decisão se confronta com múltiplos objectivos.

É reconhecida a necessidade de prevenir a sobreexploração e reduzir os conflitos entre agentes económicos. A experiência tem sido no entanto muito decepcionante pelos seus resultados, salvo algumas excepções.



Cabe à teoria económica encontrar métodos de racionalizar o esforço de pesca, procurar técnicas de regulamentação das capturas para manter a eficiência nos *stocks*, reconhecer que as políticas implementadas para gerar eficiência alteram a distribuição de rendimentos.

Uma das explicações para a reduzida *performance* do aconselhamento pode ser, a extrema complexidade do problema que requer conhecimentos profundos ao nível bio-socio-económico, isto é, a multidisciplinidade que é exigida. A escassez dos recursos não terá como principal causa factores de ordem ambiental. O contributo determinante virá da actividade económica de exploração dos recursos. Sendo o comportamento dos indivíduos objecto das ciências sociais, será das mesmas que se deverá esperar um aconselhamento decisivo.

No que diz respeito aos instrumentos de apoio à decisão, coloca-se uma importante opção: a de considerar um único objectivo que será depois ponderado pelos decisores; ou o de formular, desde logo, um instrumento de apoio à decisão, com os seus múltiplos objectivos, fazendo reflectir as suas prioridades. A escolha não é tanto de índole teórica, mas sim de ordem prática, dependendo bastante do tipo de processo de decisão.

No entanto, toma-se partido pela obtenção de um único objectivo - o do equilíbrio bio-económico, numa perspectiva de médio/longo prazo, sendo o objectivo primordial de eficiência económica. Na atribuição dos direitos de pesca, assim como noutras decisões com efeitos na distribuição de rendimentos, devem ser ponderados os restantes objectivos.

Os objectivos citados quer de forma geral para qualquer entidade reguladora da actividade, quer pela União Europeia, podem ser estabelecidos para todos os territórios. No entanto, existe a necessidade de estabelecer prioridades em alguns dos territórios para alguns dos objectivos. Não é indiferente prosseguir estes objectivos num território com uma actividade piscatória altamente industrializada, e noutro com uma actividade sustentada na pesca tradicional. Naturalmente que, mesmo alguns dos objectivos enunciados como a viabilidade das comunidades piscatórias não farão sentido para todas as regiões.

### 3.2. – Caracterização dos instrumentos e a prossecução dos objectivos

Já se verificou que permitir o livre acesso a esta actividade por parte das empresas e respectivas embarcações conduz à sobreexploração dos recursos. Se se prosseguir a maximização do bem estar social numa perspectiva paretiana, é necessário a existência de uma entidade que regule a actividade. Já não falando de objectivos do lado da distribuição de rendimentos, mas mesmo somente para atingir objectivos de eficiência económica.

Para a prossecução dos objectivos de uma política de gestão dos recursos da pesca, necessita-se de mobilizar instrumentos. Efectua-se aqui a distinção entre dois grandes tipos de instrumentos de uma política de gestão dos recursos da pesca. O primeiro, os chamados controlos administrativos, isto é, aqueles que incidem directamente na actividade da pesca, limitando as capturas ou o esforço de pesca. Este grupo de instrumentos inclui os que possuem mais tradição na regulamentação da actividade, e sustentam-se no poder fiscalizador da administração e no controle directo da actividade. O segundo grupo de instrumentos, com menos tradição, é designado por instrumentos de incentivo económico, e procuram actuar sobre as forças de mercado, procurando de forma indirecta influenciar o comportamento do armador/pescador.

A distinção visa salientar dois grupos de instrumentos; os que podem ser utilizados para manter os recursos num nível sustentável, por via de comando e controle, e aqueles que actuam por via das forças de mercado. Não se pretende listar todo o tipo de instrumentos que podem ser utilizados.

Quanto aos instrumentos de controlo administrativo da actividade de pesca pode-se salientar os mais importantes e comumente utilizados:

- limitação do número de embarcações em actividade;
- restrições às características físicas das embarcações;
- fixação de tamanhos mínimos de captura para as espécies;

- estabelecimento de malhagens das redes;
- restrições ao número e dimensão das artes de pesca;
- estabelecimento de percentagens máximas de captura das espécies acessórias e mínima de espécies alvo;
- restrições às capturas em certas zonas e com determinadas artes;
- reservas marinhas;
- colocação de recifes artificiais;
- repovoamento através da libertação de juvenis;
- restrições ao esforço de pesca, através da limitação do número de dias ou horas de actividade;
- fixação do máximo de capturas totais admissíveis (TAC).

Desde que exista a possibilidade de fazer cumprir este tipo de medidas, elas têm a grande vantagem de poder gerar alguma estabilidade biológica nos *stocks*. Permitem igualmente manter as embarcações em actividade e o nível de emprego, não tendo, regra geral, impactes negativos nas comunidades piscatórias.

No entanto, na aplicação destas medidas a *stocks* de livre acesso, é frequente esquecer que a pesca é uma actividade económica e que os pescadores procuram o lucro. Mesmo no cumprimento escrupuloso de todas as medidas de controlo administrativo, existe sempre a tendência de as contornar, adoptando o pescador um comportamento maximizador bastante natural na perspectiva de um economista.

Essa atitude de contornar as imposições tem consequências dramáticas, dado que gera enormes ineficiências e agrava os problemas de sobreexploração. Se por exemplo, se

proíbe a actividade de pesca a embarcações de determinada dimensão, a menos de 6 milhas da costa, é natural que, se isso afectar a rentabilidade das unidades, o investimento se fará em embarcações de menor dimensão, para continuar a operar na mesma zona, mesmo que daí resultem perdas de eficiência. No caso português, encontram-se exemplos, em que a tentativa de reduzir a utilização de redes de emalhar e a permissividade na atribuição de licenças para covos, ocasionou uma transferência no esforço de pesca de umas espécies para outras criando outro problema, quando a principal causa seria porventura a sobrecapacidade da frota face aos recursos existentes. A utilização de instrumentos de controlo administrativo tem como consequência muita das vezes apenas uma alteração de *inputs*.

Outro problema, na utilização deste tipo de instrumentos, é o da incompatibilidade que geram muitas vezes com a modernização da frota e as melhorias técnicas. Como são exemplo as medidas que limitam a potência das embarcações ou a sua TAB.

Por último, existe a tendência por parte da entidade com competências para impor os controlos administrativos para, à medida que as medidas se mostram ineficientes, alargar o seu campo de acção, produzindo cada vez mais restrições em acumulação com aquelas que já tinham sido implementadas no passado. Quando aqueles se associa a incapacidade de fazer cumprir a maior parte desses controlos administrativos, resulta a total ineficácia dos mesmos.

A ineficácia na maior parte dos países da utilização de instrumentos de controlo administrativo e o desenvolvimento da teoria económica, conduziu à procura de instrumentos de carácter indirecto que procurassem actuar sobre o mercado do recurso. Destaca-se os seguintes instrumentos de incentivo económico:

- licenças de actividade;
- direitos de captura, quotas individuais ou quotas individuais transferíveis;
- co-gestão;
- imposto sobre as capturas ou sobre os *inputs*;

- subsídios.

O primeiro dos instrumentos, as licenças de actividade, consiste no pagamento de uma verba para ter acesso à captura de determinada espécie ou para a utilização de determinada arte.

Os direitos de captura traduzem-se no estabelecimento de quotas individuais (IQ), isto é, cada embarcação mediante o pagamento de uma verba ou gratuitamente, tem o direito de capturar determinada quantidade de uma espécie; ou para além dessa quota individual, ser concedida a sua transferibilidade, isto é, as denominadas quotas individuais transferíveis (ITQ), o que significa que um armador/pescador pode vender esse direito de captura que lhe foi atribuído.

A co-gestão é uma forma de gestão do recurso, na qual se concede a um grupo de produtores a faculdade de gerir um ou mais recursos como se tratasse de uma cooperativa.

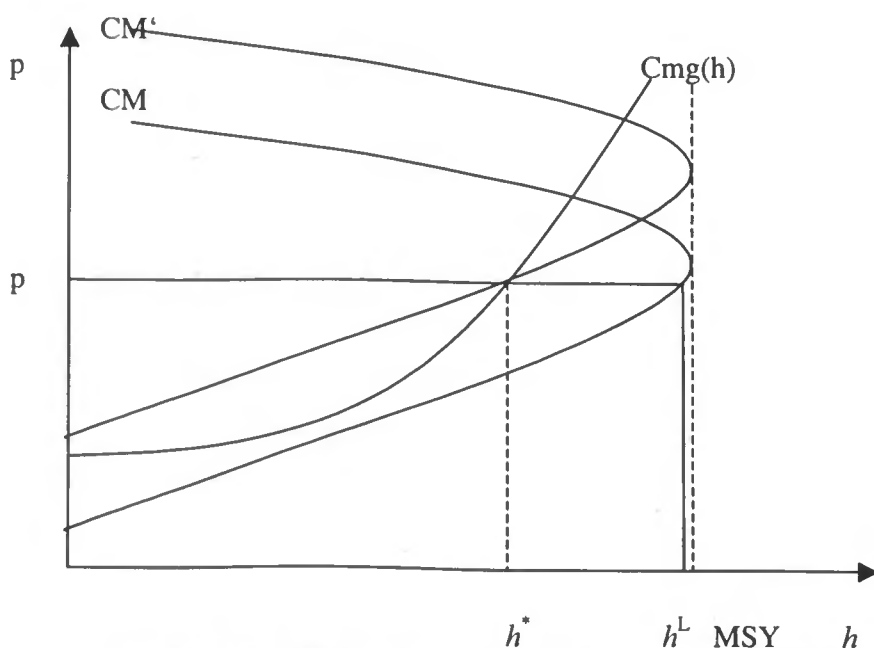
O imposto sobre as capturas é um instrumento que procura resolver o problema do recurso ser capturado mas não ser pago, tentando eliminar a divergência entre custo marginal privado e custo marginal social.

Assume-se como principal objectivo a obtenção de um nível óptimo de capturas e esforço de pesca. Seguidamente expõe-se a introdução de um imposto sobre as capturas, um imposto sobre o esforço de pesca e uma quota sobre as capturas e esforço de pesca, recorrendo-se a uma análise estática e a representação gráfica. Qualitativamente os resultados não são alterados por se considerar uma taxa de actualização nula.

Inicia-se pela introdução de um imposto sobre as capturas. Como se verificou, numa situação de livre acesso as capturas serão tais que o preço iguala o custo médio. O problema é o de transformar um equilíbrio de livre acesso num que seja óptimo do ponto de vista social. Uma das formas é a de introduzir um imposto sobre as capturas ou sobre o esforço. O que o imposto faz é obrigar os produtores a internalizar os efeitos das suas acções sobre o *stock*, prevenindo a sobreexploração.

No gráfico abaixo representado verifica-se que as capturas na situação de livre acesso correspondem a  $h^L$ , e as capturas ótimas são  $h^*$ . As capturas em livre acesso são demasiado elevadas. Um imposto  $t$  correspondente à diferença entre o custo marginal de capturas e o seu custo médio avaliadas no ponto  $h^*$ , faria com que os produtores escolhessem as suas capturas no ponto em que o preço iguala o custo marginal das capturas. Graficamente este efeito pode ser representado por uma deslocação paralela da curva de custo médio das capturas de  $CM$  para  $CM'$ .

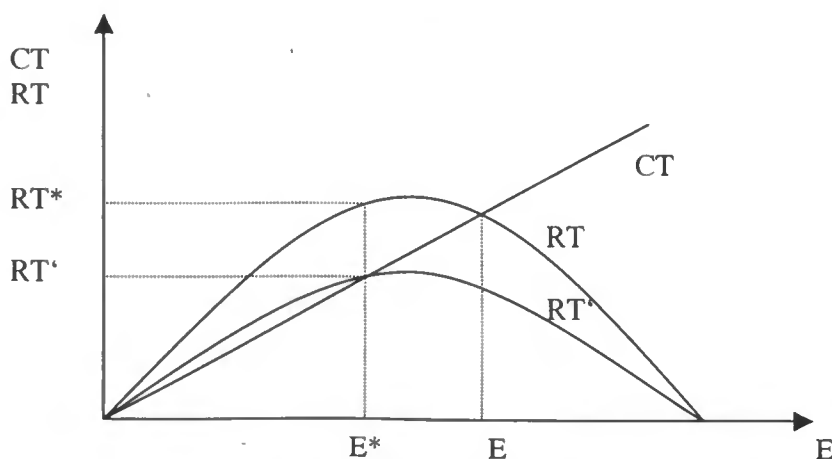
**Fig.15 – Imposto sobre as capturas**



Fonte: Hartwick, J.M.; Olewiler, N.D. (1986), *The Economics of natural Resource Use*, Harper Collins Publishers.

Verificou-se a introdução de um imposto numa situação de livre acesso e os seus efeitos sobre as capturas. Analise-se agora o efeito sobre o esforço de pesca. A introdução de um imposto sobre as capturas reduz a receita por unidade de esforço.

Fig.16 –Efeito do imposto sobre o esforço de pesca



Fonte: Hartwick, J.M.; Olewiler, N.D. (1986), The Economics of natural Resource Use, Harper Collins Publishers.

Antes da introdução do imposto, a curva de receita total está representada no gráfico por RT. Após a introdução do imposto a curva passou a ser RT', que corresponde a  $h(P-t)$ . O imposto significa que por cada kg de peixe vendido, o preço recebido é líquido de imposto, ou seja,  $p' = p - t$ . Os produtores continuam em regime de livre acesso, mas se o montante de imposto é adequado, o novo equilíbrio será no nível ótimo de esforço  $E^*$  ao invés de E. A renda obtida pela entidade reguladora será a diferença entre RT\* e RT'; os produtores receberão apenas RT'; as empresas incorporam o imposto nas suas decisões, mas só têm esse custo se de facto capturarem e venderem o seu pescado.

Do ponto de vista teórico, a implementação de um imposto seria ideal dado que conduz ao ótimo sem a necessidade de regulamentar e fiscalizar o esforço de pesca. O problema é que a introdução de um imposto sobre as capturas é de difícil aceitação pelos agentes económicos, além de exigir um sistema de contabilização de capturas que não permita fugas.

Outro problema da sua aplicação é a determinação do seu montante exacto pela entidade regulamentadora. Existe uma elevada probabilidade de o imposto ser sub ou sobreavaliado, tendo efeitos contraproducentes no nível do esforço de pesca. Um imposto demasiado elevado pode inclusive causar desemprego.

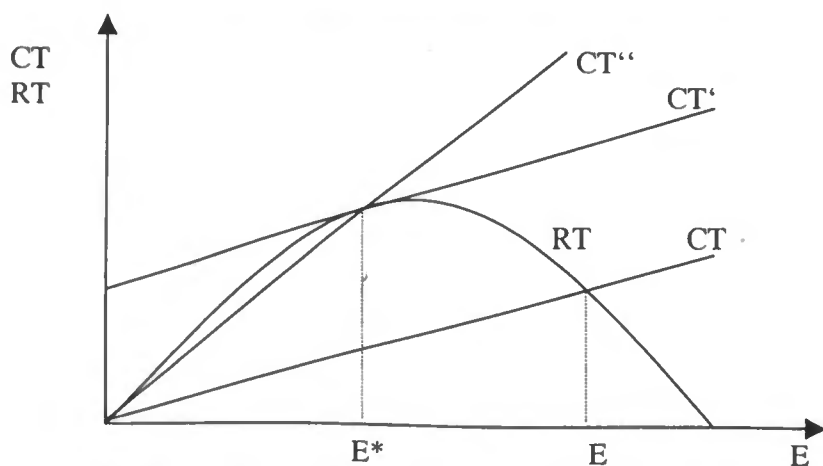
Existe ainda a dificuldade resultante da volatilidade de algumas variáveis, como por exemplo o comportamento da procura ou de factores ambientais que influenciem o *stock*. Difícilmente o montante do imposto pode ser estabelecido de forma a acompanhar estas variações. Também as diferenças espaciais quer do ponto de vista biológico quer do ponto de vista económico podem exigir a diferenciação espacial do imposto, o que coloca problemas na sua determinação e implementação.

Por outro lado, o incentivo para a evasão fiscal seria elevado, dada a natureza da actividade, não se torna fácil controlar as vendas do pescado e os locais onde é efectuada. A informação resultante das capturas pode ser enviesada e iludir os responsáveis pela política de gestão dos recursos.

A implementação do imposto pode gerar desemprego e desta feita, a entidade regulamentadora poderá ser pressionada para eliminar o imposto ou compensar os lesados com a colecta do imposto.

Veja-se agora a alternativa de introduzir um imposto sobre o esforço de pesca. Considere-se duas modalidades. A primeira um montante cobrado a cada embarcação que pretenda exercer a actividade, o pagamento é efectuado antes de qualquer esforço de pesca e independente do esforço realizado até ao momento pelo produtor.

**Fig.17 – Imposto sobre o esforço de pesca**



Fonte: Hartwick, J.M.; Olewiler, N.D. (1986), *The Economics of natural Resource Use*, Harper Collins Publishers.



No gráfico acima apresentado o montante de imposto correspondente a uma licença para exercer a actividade é dado pela diferença entre  $CT^*$  e  $CT$ . Os produtores em livre acesso relacionam  $CT^*$  com  $RT$ , resultando daí o nível de esforço óptimo  $E^*$ .

A recta  $CT^* = cE + t$ . Esta licença de actividade seria cobrada não uma só vez mas em cada temporada de pesca.

A segunda modalidade de um imposto sobre o esforço de pesca será aquela em que é cobrado um montante por cada unidade de esforço aplicada, originando no gráfico anterior a rotação da recta de  $CT$ , passando a ser  $CT''$ , dado que a função custo total passaria a ser  $CT'' = (c+t)E$ .

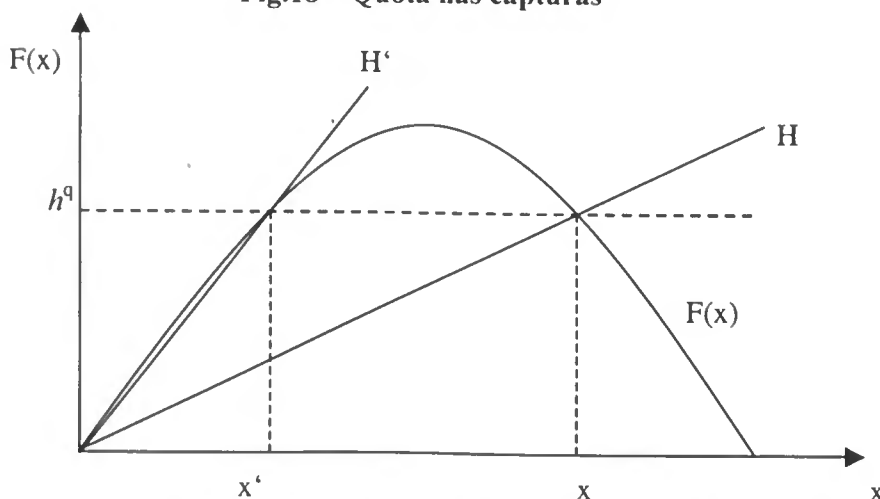
Da mesma forma que a anterior modalidade, este imposto conduz ao estado óptimo  $E^*$ . Saliente-se a diferença de que este imposto só é pago quando é realizado esforço de pesca, daí a recta do custo total partir da origem.

O principal problema da implementação desta segunda modalidade do imposto é, a necessidade de quantificar, um índice compósito, que é o esforço de pesca, dado que se trata de um fluxo de capital e trabalho. A forma como o esforço é avaliado terá grande importância na substituição de *inputs*. Se o esforço é avaliado independentemente da dimensão, equipamento ou tripulação da embarcação e de forma idêntica para todos, é natural que cresça a dimensão e a tripulação das embarcações. Caso seja cobrado consoante a dimensão da embarcação que executa o esforço de pesca, a tripulação tenderá a crescer.

Considere-se agora outro instrumento da política de gestão de recursos da pesca, as quotas nas capturas e no esforço de pesca.

Inicie-se pelas quotas nas capturas. Geralmente quando um *stock* se encontra sobexplorado, pode-se determinar o TAC com base em dados de capturas do passado ou em estudos biológicos ou bio-económicos que dêem indicação sobre o nível óptimo de capturas. Só são permitidas capturas nesse *stock* até perfazer o montante da TAC. Mas este instrumento só será eficiente se existir uma restrição para cada embarcação.

Fig.18 – Quota nas capturas



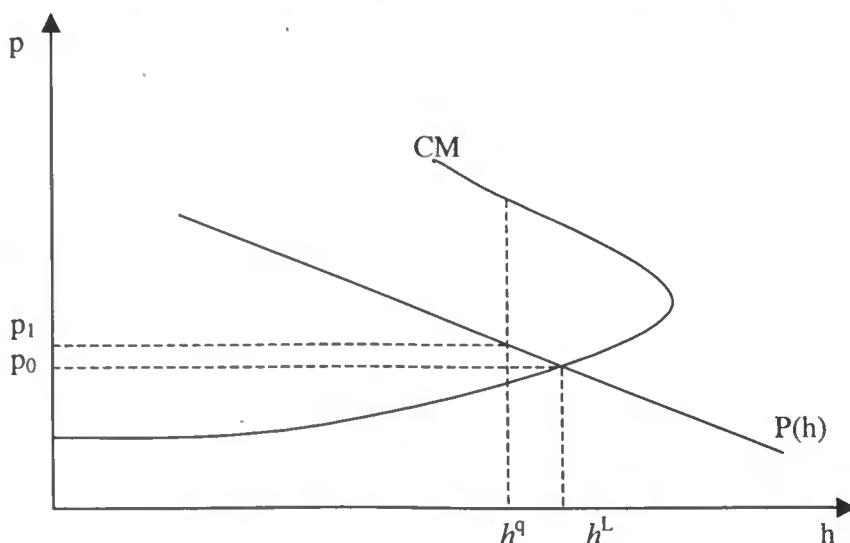
Fonte: Hartwick, J.M.; Olewiler, N.D. (1986), *The Economics of natural Resource Use*, Harper Collins Publishers.

A figura acima apresentada mostra a função de capturas sustentáveis  $F(x)$ . A indicação  $h^q$  corresponde ao estabelecimento de um limite, uma quota para as capturas. A função  $H$  é função da biomassa e do esforço. Veja-se que neste caso, existem dois *stocks* sustentáveis  $x$  e  $x'$ , correspondendo a dois níveis de esforço que seriam respectivamente  $E$  e  $E'$ . Ambos os níveis de esforço são compatíveis com a quota  $h^q$ . Dependendo dos custos o esforço em livre acesso poderia perfeitamente estar ao nível  $E'$  utilizando um esforço de pesca excessivo.

Com apenas o controlo através do estabelecimento de uma quota e mantendo o livre acesso, não existirá forma de evitar uma perda de eficiência devida ao excesso de esforço aplicado.

Uma quota pode, aliás, agravar os problemas do livre acesso. Veja-se no gráfico seguinte que ilustra a subida de preço do recurso devido à limitação das capturas.

**Fig.19 – Efeito sobre o preço de uma quota nas capturas**



Fonte: Hartwick, J.M.; Olewiler, N.D.(1986), *The Economics of natural Resource Use*, Harper Collins Publishers.

Com a curva da procura que enfrentam os produtores em livre acesso, o equilíbrio é dado pela intercepção entre a curva de custo médio e a curva de procura, correspondendo as capturas ao nível  $h^L$ . Caso o preço cresça de  $p_0$  para  $p_1$  com o estabelecimento da limitação às capturas, então irão subir o esforço e os custos médios de captura. O aumento dos CM pode ainda dever-se à entrada de novas embarcações, atraídas pela subida do preço do recurso. As consequências podem ser a precipitação de todos os problemas do livre acesso, como: o excesso de capacidade da frota, externalidades relacionadas com o congestionamento, assim como, a qualidade do pescado que pode piorar se as embarcações tiverem a necessidade de permanecer mais tempo no mar.

Daí a necessidade de, quando se estabelece uma quota, efectuar uma afectação entre associações de produtores ou pelas próprias embarcações, estabelecendo assim um direito de propriedade sobre o recurso.

Se for estabelecida uma quota para cada embarcação, quer através da entidade reguladora da actividade quer através de uma associação de produtores, cada produtor irá tomar decisões eficientes, dado que poderá controlar o seu esforço de pesca de forma

a capturar a sua quota individual. Existem duas formas de efectuar a afectação de quotas de pesca, através das forças de mercado ou de forma administrativa.

Se for administrativamente estabelecido um critério para efectuar a alocação da quota pelas embarcações, com base, por exemplo, em características das embarcações ou em dados históricos das capturas ou do esforço de pesca de cada uma delas, não está garantida a eficiência económica. Regra geral, não sendo transferíveis as quotas individuais não se pode garantir a eficiência económica dado que não há garantia de que quem recebe a quota é de facto quem tem os menores custos.

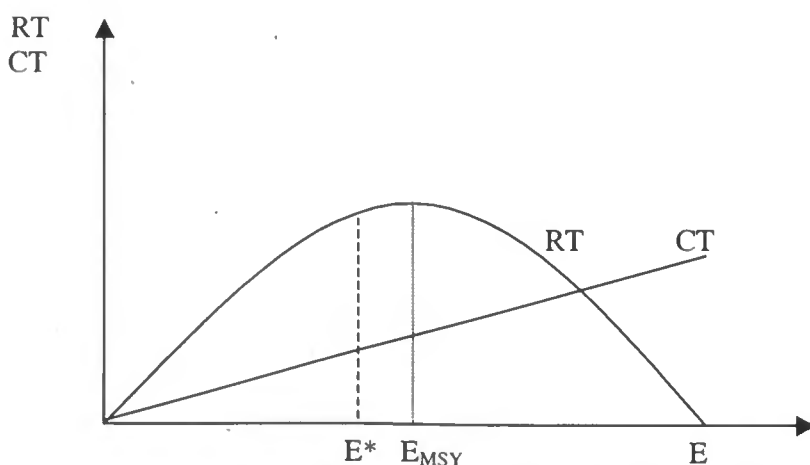
Uma quota individual estabelece um direito de propriedade para a captura de um recurso. Se as quotas forem divisíveis e transferíveis, outros podem adquiri-la. Desta forma, as empresas mais eficientes e logo com menores custos oferecerão mais no mercado pelas quotas. Mesmo que inicialmente a sua afectação tenha sido através de um critério administrativo a médio longo/prazo, através do funcionamento do mercado a tendência será para uma afectação eficiente das quotas. As quotas divisíveis e transferíveis podem alternativamente ser leiloadas, revertendo as receitas para a entidade reguladora da actividade.

Tal como refere Hanesson (1993) existe a tendência para a concentração das capturas em determinados períodos, o que afecta a qualidade do pescado desembarcado e a utilização do mesmo, pode não ser a que lhe dá maior valor acrescentado.

Outro problema que surge com a divisibilidade e transferibilidade das quotas é o da concentração do poder de mercado num só ou em poucos produtores, via aquisição das quotas individuais de outros produtores. Este problema pode, no entanto, ser amenizado pela introdução de limitações à concentração das quotas.

Veja-se agora a utilização de outro instrumento - o estabelecimento de quotas para o esforço de pesca, supondo desde já, que se teria um indicador que reflectisse de forma adequada o esforço de pesca desenvolvido pelas embarcações.

Fig.20 – Quota sobre o esforço de pesca



Fonte: Hartwick, J.M.; Olewiler, N.D.(1986), The Economics of natural Resource Use, Harper Collins Publishers.

O esforço deve ser estabelecido no nível em que o declive da curva de custo total intersecta a curva de receita total, não deve ser permitido esforço de pesca além de  $E^*$ .

A quota sobre o esforço de pesca deve ser portanto equivalente a  $E^*$ . Claro que, como já foi referido, na imposição de um imposto sobre o esforço de pesca, o problema está em encontrar uma medida adequada para o mesmo, e obviamente ter uma fiscalização eficaz.

Outro instrumento que pode ser utilizado é o de transferir competências da entidade reguladora para uma cooperativa de produtores. Sendo esta entidade a decidir sobre as quotas e outro tipo de regulamentação da actividade, a mesma pode fixar uma TAC para a cooperativa, sendo competência da desta última efectuar a sua distribuição pelos membros e encontrar o número adequado de embarcações em actividade.

A entidade reguladora pode ainda implementar um sistema de subsídios à actividade. Os subsídios podem ser estabelecidos de acordo com objectivos muito particulares.

Com base em Coelho (1989) evidencia-se as seguintes actividades alvo de ajudas ou subsídios:

- modernização de embarcações de pesca, satisfazendo determinadas características;

- redução definitiva ou temporária de certas actividades;
- desenvolvimento da aquacultura no sentido do abastecimento do mercado de espécies sobrexploradas;
- construção de recifes artificiais ou repovoamento de espécies;
- pesca com novos métodos mais selectivos ou dirigida a *stocks* até ao momento pouco explorados;
- combustível e outros *inputs*;
- venda à indústria para transformação.

A utilização de sistemas de subsídios pode levantar alguns problemas nomeadamente no campo da eficiência económica, dado que poder-se-á estar a subsidiar a actividade de embarcações ineficientes. Pode também ao reduzir custos fixos ou custos variáveis da exploração incentivar a exploração de recursos, aumentando o esforço de pesca.

A principal vantagem da utilização deste tipo de instrumentos de incentivo económico é a racionalização da actividade através do funcionamento do mercado do recurso. Tem como grande vantagem ser a forma mais eficiente de reestruturação das frotas eliminando a sobrecapacidade. Mas obviamente que essa racionalização acarreta custos para a sociedade, implica menos esforço de pesca e logo usualmente menos embarcações e menos emprego. E é aqui nos efeitos ao nível da distribuição que se deve ter a maior atenção, sobre a repercussão dessa racionalização da actividade:

“Dado que o declínio no emprego não vai ser uniforme em todos os portos e regiões, algumas comunidades costeiras podem sentir o impacto da reestruturação muito mais acentuadamente do que outras. Onde a indústria transformadora dos produtos da pesca dá uma contribuição significativa para a economia local, os cortes nas capturas terão um maior efeito multiplicador negativo (menor produção, rendimento e emprego) nas indústrias anciliares e no comércio” Whitmarsh (1998, pág.3).

A substituição da regulamentação apenas por controlo administrativo para a aplicação de instrumentos de incentivo económico, necessita de um período de ajustamento, no qual é provável a quebra de rendimentos e o desemprego.

Uma das desvantagens dos incentivos económicos é a rigidez dos mesmos. Os controles administrativos são de aplicação mais flexível, sendo mais facilmente ajustados quando se alteram determinados pressupostos nomeadamente, de carácter ambiental.

Mas a prossecução dos objectivos depende da monitorização e fiscalização. Isto é válido tanto para os instrumentos de controle administrativo como para os de incentivo económico. Embora, geralmente, o controlo de *inputs* (embarcações) seja de mais fácil verificação que o de *outputs* (capturas), pode no entanto ter efeitos contraproducentes, dado que o comportamento maximizador do lucro do produtor leva-o a contornar essa regulamentação através da substituição de *inputs*.

A opção pelos instrumentos a utilizar na regulamentação de cada actividade específica, deve ter em conta as especificidades territoriais da mesma, ponderando sempre as suas consequências em termos de eficiência e distribuição de rendimentos.

A prossecução dos objectivos referidos na secção anterior exige a utilização simultânea de diversos instrumentos.

Os instrumentos de controlo administrativo têm de incidir sobre o número de embarcações licenciadas para a actividade, sobre a sua TAB e o esforço de pesca por embarcação, de outra forma não poderão ser eficientes.

### 3.3.— A gestão das externalidades territoriais e a diferenciação espacial das políticas de gestão dos recursos da pesca

As políticas de gestão dos recursos da pesca actuam sobre recursos, para os quais é difícil estabelecer fronteiras quer em termos internacionais quer em território nacional.

Dada a impossibilidade de impedir os recursos de circularem pelos países e regiões, há que gerir as externalidades geradas por esse facto. Trata-se sobretudo de um problema de imposição de direitos de propriedade sobre os recursos. Este problema não é idêntico para todas as espécies. Das três classes que se abordaram na secção 1.1; pelágicos, demersais e bentónicos, a imposição de direitos de propriedade é mais difícil para os pelágicos, porque são espécies que vivem e se alimentam junto à superfície deslocando-se em grandes áreas do oceano. Espécies como os atuns, que são migradores, constituem um recurso que tem de ser partilhado por vários países. Para este tipo de espécies que são “partilhadas” é imprescindível a cooperação, dado que as práticas de um país afectam a disponibilidade do recurso nos outros. Desta feita, há que efectuar uma gestão das externalidades territoriais, proporcionadas por este tipo de recursos e nestes casos, terá de ser efectuada por uma instituição de carácter internacional.

Embora menos evidente o mesmo ocorre com muitas espécies demersais, como é o caso do bacalhau. Vários países têm interesse na exploração do recurso e ele é partilhado.

Para as espécies bentónicas, dado que vivem e se alimentam no fundo do mar permanecendo em locais relativamente fixos, os direitos de propriedade a nações ou regiões são mais fáceis de atribuir.

Numa política nacional de gestão de recursos da pesca, há que definir quais as espécies que geram externalidades nacionais e regionais, isto é, aquelas cuja exploração pode afectar outros países e aquelas cuja exploração numa região afecta outras regiões.

Tratando-se de espécies que constituem recursos nacionais ou até internacionais, a sua gestão deve ser efectuada a esse nível, é o caso da sardinha, espécie pelágica. No caso de uma espécie bentónica como é o polvo, a sua política de gestão deverá ser descentralizada para o nível regional e/ou local.



A centralização/descentralização das políticas de gestão dos recursos da pesca, deverá ser efectuada de acordo com a necessidade de diferenciação espacial das mesmas, e esta pode decorrer dos recursos ou da especificidade da actividade económica.

Como já se referiu esta actividade económica encontra-se muito correlacionada com o tipo de recursos existente, porquanto, algumas das especificidades da mesma, em cada porto ou comunidade piscatória, advém dos recursos e das condições de abrigo das embarcações.

As externalidades podem ocorrer não só por via dos recursos, mas também por via da actividade económica da sua exploração. Por exemplo, as empresas e as suas embarcações de um porto de registo, podem pretender exercer a sua actividade noutro porto, por uma maior abundância de recursos ou simplesmente por melhores condições oferecidas para o exercício da actividade. A deslocação de esforço de pesca entre Portos, de região para região, ou até na U.E. entre países, gera externalidades que devem ser geridas de acordo com a disponibilidade de recursos.

A existência de indústria de transformação de pescado é outro aspecto a considerar na gestão das externalidades, dado que um recurso pode não ser apenas adquirido na região onde é efectuada a sua transformação, mas também nos portos nacionais e até internacionais; as implicações que a indústria tem no mercado do recurso não devem ser ignoradas.

A deslocação do factor trabalho apesar de não ser muito frequente, ocorre em alguns casos e precisa de ser considerada; a atribuição de direitos de pesca a embarcações exteriores ao porto de registo e à região, geram a drenagem de rendimento para o exterior das mesmas.

A gestão de externalidades territoriais, exige a coordenação dos interesses locais e regionais com os de âmbito nacional e comunitário, de acordo com o recurso em análise. O papel da entidade reguladora será o de gerir os conflitos de interesses prosseguindo naturalmente os seus objectivos. Acontece que os objectivos locais ou regionais entram muitas vezes em conflito com os de carácter nacional ou comunitário.

Como se referiu na secção 3.1., os principais objectivos numa política de gestão de recursos são: a obtenção de um equilíbrio bio-económico; a manutenção do emprego; aumento do rendimento dos pescadores e a viabilidade das comunidades piscatórias. Outros objectivos podem ser formulados mas estão relacionados com os já referidos.

Numa política de gestão das pescas, tanto os instrumentos como os objectivos a prosseguir devem ter diferenciação espacial. Inicie-se pelos objectivos. Obviamente que, a sua fixação pela entidade reguladora depende do tipo de actividade e dos recursos presentes em cada território. Não podem ser fixados objectivos idênticos para uma actividade piscatória do tipo industrial e para uma actividade tradicional. Os objectivos ligados à distribuição de rendimentos tendem a ter mais importância onde a actividade piscatória apresenta características mais tradicionais. As preocupações relacionadas com a eficiência tendem a ocorrer na exploração dos grandes *stocks* e em regiões onde a actividade assume grande relevância económica.

Relativamente aos instrumentos eles deverão ter a sua diferenciação espacial, dado que a obtenção dos mesmos objectivos em determinadas regiões ou localidades, exigem medidas diferentes por parte da administração.

A prossecução dos objectivos numa política de gestão de recursos requer um conhecimento individualizado da actividade em cada porto ou comunidade piscatória. Não raras vezes encontram-se instrumentos de controlo administrativo, como licenças para actividades piscatórias, somente para a área de um porto ou para uma pequena zona marítima.

As políticas de gestão dos recursos da pesca utilizam os instrumentos referidos na secção 3.2 de forma complementar. A utilização de um instrumento não põe, regra geral, problemas de eficácia aos restantes. No entanto, será mesmo na complementaridade que eles poderão ser eficazes. Numa política de gestão de recursos da pesca deverão ser utilizados quer instrumentos de controlo administrativo quer instrumentos de incentivo económico. Os instrumentos devem pretender actuar sobre os *inputs* e sobre os *outputs* simultaneamente.

Uma política de gestão de um recurso da pesca para ser eficaz deverá controlar o número de embarcações em actividade e as características das embarcações (*inputs*), o esforço de pesca realizado e as capturas (*output*). Só a complementaridade na utilização dos instrumentos poderá tornar eficaz a política e evitar que as medidas sejam contornadas pelos produtores, efectuando substituição de *inputs* ou tentando não declarar totalmente as capturas.

A gestão dos recursos da pesca carece, não só, de políticas que mobilizem os instrumentos de forma complementar para a prossecução dos objectivos, mas também, de integração ao nível espacial das mesmas, para que existam garantias de não existirem políticas incoerentes e/ou temporalmente inconsistentes. Deverá também existir um compromisso entre os territórios marítimos que constituem um ecossistema e as particularidades da actividade económica dessa região.

No que diz respeito à forma como uma política de pescas pode afectar os territórios, importa referir os efeitos da imposição de direitos de pesca sobre os mesmos. Veja-se por exemplo a fixação de quotas de produção. No caso do seu estabelecimento, as embarcações vêm a sua produção limitada de forma colectiva ou individual; essa limitação condiciona os resultados económicos da actividade, podendo implicar a perda de viabilidade da mesma e colocando em risco os postos de trabalho. Se por outro lado, as quotas não são restritivas, existindo abundância do recurso, existirá um incentivo à exploração do mesmo com um acréscimo de actividade. Desta feita, existe uma relação directa entre o nível de quotas permitido e a actividade de exploração do recurso nos territórios. Quando se verifica uma imposição de quotas de produção em determinada região ou País, os territórios que os compõem não são afectados da mesma forma; a actividade pode ser posta em causa em alguns territórios e não noutros. Daí que se pretenda considerar os efeitos territoriais de uma política de pescas, nomeadamente, na imposição de direitos de propriedade, para tal, deve-se ter conhecimento das receitas e custos de exploração da actividade.

O emprego além de objectivo de uma política de gestão das pescas, deve ser encarado como variável que indica a forma como os territórios são afectados. De facto, o emprego é uma variável que reflecte o nível da actividade de exploração dos recursos nos territórios, mas é em larga medida condicionado pelo estado do recurso ou pelas

políticas prosseguidas. Pretendo-se atingir objectivos na variável emprego, poder-se-á fazê-lo indirectamente, influenciando as condições económicas de exploração do recurso.

Directamente relacionadas com os resultados económicos da exploração dos recursos, está o emprego na actividade e com ele a própria viabilidade das comunidades dependentes da pesca.

A gestão das externalidades territoriais passa também pela gestão dos direitos de propriedade. No exemplo anterior da fixação de quotas de produção, pode-se verificar que, o acréscimo da quota de produção numa região tem impacto no *stock* do recurso, e logo, no potencial de capturas das restantes regiões, aumentando o custo unitário das mesmas e afectando os resultados económicos da sua exploração. Desta feita, na política de fixação de quotas de produção para um recurso não importa apenas o seu nível global, mas também a sua repartição pelos territórios.

Colocando como objectivo a manutenção do emprego e associado como está o mesmo aos resultados económicos da actividade, dever-se-á estar preparado para uma política de pescas que não privilegie apenas a eficiência económica. Para a manutenção do emprego no curto prazo, ter-se-á de gerir os direitos de propriedade de forma a viabilizar a actividade económica em territórios que de outra forma estaria posta em causa.

Resumindo o que foi dito acerca dos objectivos de uma política de gestão territorial de um recurso, poder-se-á dizer que ela deverá, no curto prazo, ter como objectivos a sustentabilidade das capturas e a viabilidade económica da sua exploração relacionada que está com o emprego. Será com base na obtenção destes objectivos que será explorado o modelo de programação multi-objectivo na secção 5.3.

## 4. Modelos de programação multi-objectivo como instrumento de análise e de apoio à decisão

### 4.1. - Os modelos de programação multi-objectivo e o processo de decisão

A perspectiva que se adopta do processo de decisão é a de considerar que existe um só decisor, com maior ou menor grau de descentralização nas regiões. Abandona-se pois a hipótese de múltiplos decisores, pelo que não se aborda a teoria dos jogos, apesar de, no problema de gestão dos recursos da pesca, ser até muito provável um elevado grau de poder decisão por parte de agentes económicos. Concentra-se a análise nos conflitos entre objectivos, não considerando os conflitos entre decisores. Citando Alves (1986, pág. 447) - “os métodos multi-objectivo supõe um único decisor com multidimensionalidade das preferências”.

As dificuldades de um processo de decisão confrontado com diferentes objectivos, suscita o aparecimento da figura de um analista que apoie esse processo. Designando-se por analista, uma entidade que forneça apoio técnico de forma a que sejam explicitadas e compatibilizadas as prioridades nos objectivos. Os métodos multi-objectivo pressupõe a existência de um analista em estreita colaboração com o decisor.

A estrutura dos problemas multi-objectivo é mais complexa do que a dos problemas com um único objectivo, pois, não só envolve um trabalho de identificação e explicitação dos objectivos e das prioridades dos mesmos, mas também um processo de análise na qual o analista determina as diversas alternativas possíveis, para que depois o decisor exerça o seu poder de escolha entre as mesmas, através da explicitação dos instrumentos e do efeito dos instrumentos sobre os objectivos.

A definição geral de um problema de programação multi-objectivo é a seguinte:

$$\text{Max } F(x) = (F_1(x), F_2(x), \dots, F_j(x)) \quad (4.1)$$

s. a.,

$$f_i(x) \leq b_i$$

Onde  $F(x)$  é a função objectivo a maximizar, contendo  $j$  objectivos. Estando sujeita a  $f_i(x)(i=1,...,m)$  restrições, que exibem valores constantes do lado direito ( $b_i$ ). Sendo  $x$  o conjunto de variáveis de decisão, tal que,  $x \in R^n$ .

Não sendo o objecto desta dissertação os modelos de programação multi-objectivo, deve-se contudo, explicitar de que forma poderão contribuir como instrumento de uma política de gestão dos recursos da pesca. A sua referência justifica-se pela estrutura do processo de decisão em que, nomeadamente na distribuição das oportunidades de pesca de um recurso, um decisor (uma agência da administração central), tem a seu cargo o ónus da decisão, embora sejam ouvidos os diversos agentes económicos implicados. Geralmente a decisão, é do tipo multi-objectivo; de acordo com os objectivos explicitados no ponto 3.1, o decisor confronta-se com a necessidade de prosseguir diversos objectivos na afectação dos direitos de pesca.

O processo de decisão neste sector, tem como característica comum uma agência ou departamento que detém a competência de regulamentar a actividade. Essa agência tem um maior ou menor grau de descentralização consoante o país em causa. Essa descentralização não tem de ser necessariamente efectuada para uma delegação regional da agência, pode ser efectuada para organizações ou associações de produtores num caso de sistemas de co-gestão dos recursos.

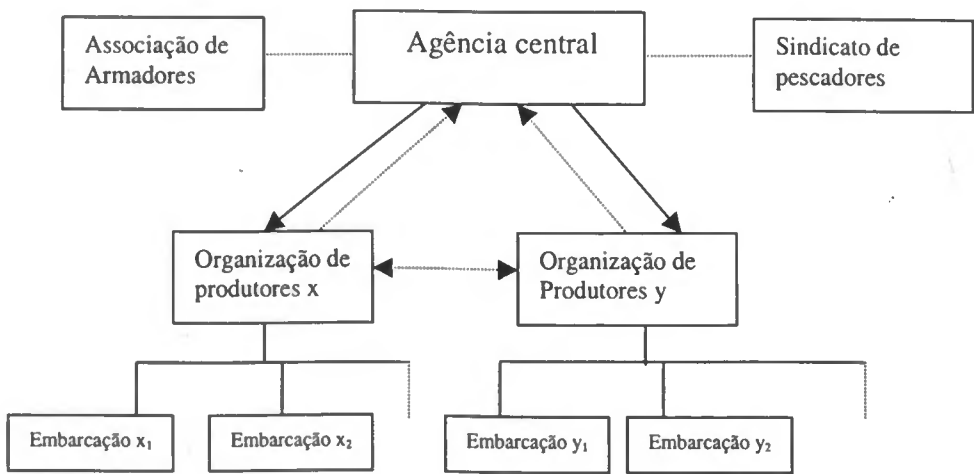
Outra característica comum no processo de decisão, é o poder negocial dos produtores e dos sindicatos. Apesar da decisão competir à agência ela não é efectuada sem ter em conta as posições destas entidades. Outro aspecto importante é o reflexo dos problemas e das decisões da agência na opinião pública dos países em causa. As repercussões da utilização de instrumentos nesta actividade, extravasam a sua área de influência assumindo não raras vezes o carácter nacional ou internacional.

Os métodos de programação multi-objectivo têm o mérito de auxiliar o processo de decisão ao conciliar os diversos objectivos, principalmente nas políticas de curto prazo, onde a conflitualidade entre objectivos é maior.

Na figura seguinte evidencia-se o órgão decisor referido como agência central; o sindicato e a associação patronal de armadores como entidades consultadas no processo

de decisão. As organizações de produtores aqui representadas reflectem o caminho traçado pela PCP, na qual se atribui um papel de relevo a determinadas associações de produtores representativas, dando-lhes a possibilidade de participação no processo de decisão e intervenção no mercado dos recursos.

**Fig.21 – Entidades intervenientes no processo de decisão**



Na Figura 21 estão representadas eventuais organizações de produtores tendo cada uma delas determinado número de embarcações associadas. Estas organizações de produtores têm o poder de estabelecer regras de produção e intervir no mercado do recurso, descentralização efectuada pela agência central. Trata-se de um sistema de co-gestão dos recursos, no qual estas organizações têm um elevado grau de participação a jusante e a montante da produção. As organizações de produtores têm um elevado grau de interdependência, dado que podem existir transferência de direitos de pesca entre elas ou, pelo simples facto da comercialização de pescado, ser efectuada nas diversas escalas territoriais.

Os conflitos entre objectivos resultam da consideração de objectivos de eficiência económica e objectivos distributivos e do distinto horizonte temporal entre objectivos. Além de objectivos de longo prazo como a sustentabilidade das capturas aproximando-as de um equilíbrio bio-económico, existem objectivos de curto prazo como a manutenção do emprego que são regra geral conflituais.

A programação multi-objectivo permite obter soluções de compromisso entre os objectivos de longo prazo e os de curto prazo, resultando em soluções que minimizam as consequências sociais da prossecução de objectivos de eficiência económica.

São modelos bastante flexíveis, permitindo um ajustamento ao processo de decisão existente assim como às preferências, sejam elas reveladas *à priori* ou *à posteriori*; permitem a inclusão de restrições de vária ordem, reflectindo o problema de forma o mais aproximada possível. Cabe ao analista a construção do modelo que mais se adapte ao processo de decisão, procurando facultar ao órgão decisor o máximo de elementos para a decisão.



#### 4.2.- Os modelos de programação multi-objectivo e a sua contribuição para a resolução de problemas multi-regionais

O planeamento regional está orientado para atingir metas formuladas por uma entidade com determinada escala territorial. As metas dependem das prioridades e do estágio de desenvolvimento da região. Um dos aspectos considerados pelo planeamento regional é o da integração dos objectivos de índole económico, ambiental e espacial, dando especial atenção para as externalidades territoriais e para os conflitos entre os objectivos.

O planeamento é organizado para sistemas constituídos por subsistemas interdependentes e exige métodos para lidar com os conflitos que emergem da interdependência dos subsistemas.

No planeamento regional estes subsistemas são regiões e existem decisões no âmbito de uma região que geram externalidades para as restantes.

Daí a necessidade de instrumentos analíticos que auxiliem o processo de decisão, não só dos subsistemas como a coordenação das suas decisões.

De acordo com Alves (1986, pág.446): “os métodos multi-objectivo permitem ultrapassar os conflitos intra-unidades, mas é ainda necessário encontrar um meio de fazer a sua compatibilização e integração com os métodos que procuram ultrapassar os conflitos inter-unidades”.

Além dos métodos multi-objectivo, torna-se necessário introduzir os métodos multi-nível que permitem explorar os conflitos entre regiões. Para tal, considere-se a metodologia desenvolvida por Rietveld (1980) que envolve a resolução de um problema com as seguintes características:

- os subsistemas que se passa a designar por regiões são interdependentes; a decisão central do sistema visa a coordenação das decisões regionais;

- cada decisão numa região pretende atingir determinados objectivos que podem ser conflituais dentro e entre as regiões;
- as regiões não atribuem explicitamente prioridades aos objectivos;
- a autoridade central não tem informação completa acerca das possibilidades de decisão nas regiões.

A metodologia de resolução de problemas multi-nível e multi-objectivo, adequa-se ao problema que se está a analisar, tal como refere o autor supracitado. Os modelos multi-nível e multi-objectivo não têm pretensões de ser directamente aplicáveis. A sua contribuição é ao nível da ilustração do processo de decisão, comunicação entre regiões e comunicação dentro das regiões para resolver o problema da prioridade nos objectivos.

A programação multi-nível é aplicada a problemas com uma estrutura hierárquica. Normalmente estão envolvidos mais de duas unidades de decisão; o caso mais simples ocorre com dois níveis hierárquicos de decisão.

A definição de um problema a dois níveis pode ser expresso na seguinte forma:

$$\text{Max}_x F(x, y) \quad (4.2)$$

s.a.,

$$f(x, y) \leq 0$$

Onde para cada valor de  $x$ , o  $y$  é a solução do problema de nível inferior,

$$\text{Max}_x G(x, y) \quad (4.3)$$

s.a.,

$$g(x, y) \leq 0$$

No caso bi-nível a função F define a função objectivo de nível superior, controlando as variáveis de politica,  $x$ . A função de nível inferior G, otimiza as variáveis de resposta  $y$ , dadas as decisões do nível superior.

Os problemas multi-nível são uma classe dos problemas multi-objectivo embora sejam analiticamente mais difíceis de resolver.

Seguindo de perto Rietveld (1980), considere-se um sistema com R regiões entre as quais existem efeitos externos; cada região é considerada uma unidade de decisão descentralizada. Existe uma unidade central de decisão que tenta coordenar as decisões ao nível regional. Supondo que cada região e a unidade central têm  $j$  objectivos ( $j=1, \dots, J$ ); em cada uma das R regiões ( $R=1, \dots, R$ ) e uma unidade central C. Pode-se apresentar a seguinte matriz de funções objectivo para todo o sistema:

$$\begin{bmatrix} w_{1c} & w_{11} & \cdot & w_{1R} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ w_{jc} & w_{j1} & \cdot & w_{jr} \end{bmatrix}$$

Esta matriz corresponde a uma função de preferência de todo o sistema, onde  $w$  corresponde a determinada função objectivo. Cada  $w_{jr}$  é funcionalmente determinada por:

$$w_{jr} = w_{jr}(s_{jr}, t_{jr}, y_{jr}, e_{jr}) \quad (4.4)$$

Onde  $s_{jr}$  são variáveis de estado, o conjunto de variáveis instrumento é dado por  $t_{jr}$ , um conjunto de variáveis instrumento e de estado externas representadas por  $y_{jr}$  das diversas regiões e um conjunto de variáveis exógenas dadas por  $e_{jr}$ .

As variáveis supra citadas e que constituem argumento de  $w_{jr}$ , estão relacionadas através da seguinte forma estrutural:

$$s_{jr} = f(t_{jr}, y_{jr}, e_{jr}) \quad (4.5)$$

Então o objectivo do sistema é a maximização de  $w_{jr}$  sujeito a  $s_{jr}$  e outras restrições colocadas.

Os conflitos resultantes da optimização das várias funções objectivo podem ser representados por uma matriz:

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{CC} & Z_{C1} & . & . & . & Z_{CR} \\ Z_{1C} & Z_{11} & . & . & . & Z_{1R} \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ Z_{RC} & Z_{R1} & . & . & . & Z_{RR} \end{bmatrix}$$

Cada elemento da matriz representa o valor de uma função objectivo de um agente, dada a maximização de uma função objectivo.

Os elementos da diagonal principal desta matriz  $Z$ , representam a maximização da função objectivo de cada agente, quando não existe qualquer conflito com as restantes unidades de decisão. As matrizes de fora da diagonal de  $Z$ , representam os conflitos interregionais, indicam o valor de determinada função objectivo numa região  $r$  quando uma função objectivo de outra região é maximizada. Num sistema descentralizado as regiões dão informação à administração central (unidade de coordenação) para que seja possível a conciliação de interesses entre elas. No caso de um sistema centralizado a unidade central indica os limites dentro dos quais cada região deverá operar e atingir os seus objectivos. É sobretudo em sistemas descentralizados, onde predominam conflitos entre regiões além dos tradicionais conflito entre objectivos, que se torna útil a referência a modelos multi-nível / multi-objectivo.

#### 4.3.- Aplicações relevantes à gestão dos recursos da pesca

As aplicações de técnicas de programação multi-objectivo à gestão dos recursos da pesca, encontram suporte em várias formas: a programação linear por metas, programação multi-atributo, programação multi-objectivo não linear, programação multi-nível.

Expõem-se aqui algumas das aplicações efectuadas destas técnicas sem a preocupação de as esgotar mas ilustrando a diversidade das mesmas e a sua utilidade como instrumento de análise e de apoio à decisão.

Inicie-se por uma das primeiras técnicas a ser utilizada e simultaneamente das mais utilizadas, a programação linear por metas.

A estrutura de um modelo de programação por metas, é a de minimização da soma dos desvios absolutos de determinado valor para o objectivo (meta). A representação típica destes modelos é a seguinte:

$$\min Z = \sum_{i=1}^k (u_i n_i + v_i p_i) \quad (4.6)$$

s.a.,

$$f_i(x) + n_i - p_i = b_i$$

$$i = 1, \dots, k$$

Onde  $Z$  é uma “achievement function” linear;  $f_i(x)$  é uma típica função objectivo ou meta;  $x$  é o conjunto das variáveis de decisão;  $b_i$  é a meta para o objectivo  $i$ ;  $n_i$  e  $p_i$  são os desvios negativos e positivos das metas de cada objectivo  $i$ . Os parâmetros  $u$  e  $v$  são os ponderadores pré-determinados dos desvios e expressam a importância relativa dada a cada meta. Se uma meta  $b_i$  é excedida, então o desvio positivo é não nulo e o desvio  $n_i$  é nulo, o inverso verifica-se caso se fique aquém da meta.

A função  $Z$  mede os desvios absolutos totais para as metas. O facto de as metas poderem ser expressas em unidades diferentes como, por exemplo, emprego e rendimento, causa problemas no estabelecimento da sua forma funcional. Este problema pode ser minimizado através do recurso à normalização das variáveis por intermédio de diversas técnicas Tamiz (1995).

O modelo acima descrito na forma “weighted goal programming” (WGP) também pode ser expresso na forma lexicográfica. Esta última necessita que sejam estabelecidas prioridades nos objectivos sendo a optimização sequencial. A primeira não necessita que sejam expressas prioridades, utiliza pesos para os diferentes objectivos que são geralmente os desvios das metas que são normalizados.

A função objectivo de um modelo de programação por metas na forma lexicográfica assume a seguinte forma:

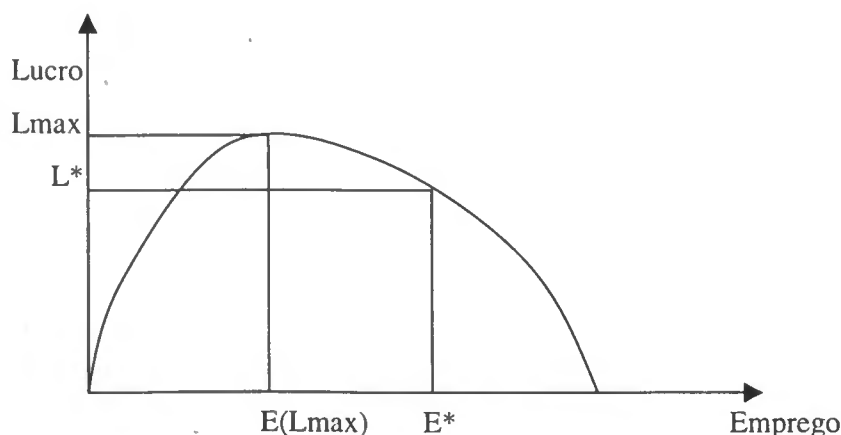
$$\text{lex min } Z = (g_1(n, p), g_2(n, p), \dots, g_k(n, p)) \quad (4.7)$$

Onde existem  $g_k$  objectivos;  $n$  e  $p$  são os desvios negativos e positivos das metas de cada objectivo.

Neste caso o modelo é optimizado com respeito ao primeiro conjunto de prioridades, dada esta solução, o modelo é novamente optimizado para o objectivo seguinte separadamente, assegurando que a solução para os objectivos de maior prioridade não é prejudicada pelos seguintes na escala de prioridades.

Os conflitos entre objectivos podem ser evidenciados através deste tipo de modelos. Por exemplo, se os objectivos de gestão forem o emprego e o lucro, pode-se estimar o efeito do aumento do emprego no nível máximo do lucro, colocando o emprego como uma restrição. Fazendo variar a restrição permite estimar a relação entre rendimento e emprego.

Fig.22 – Conflitos entre objectivos



Fonte: Pascoe, S.; M. Dunn; C. Ulrich (1998), Biological and Bioeconomic Modelling in Fisheries: A Review. Miscellaneous Publication 43, Portsmouth, CEMARE.

A Figura 22 ilustra as trocas entre o objectivo lucro e o emprego. Neste caso não se pode dizer que a relação entre emprego e lucro exhibe um comportamento incompatível, dado que para obter o máximo de emprego ( $E^*$ ), não é necessário incorrer numa grande perda de lucro, apenas  $L_{max} - L^*$ .

Uma das mais conseguidas aplicações da programação por metas à gestão dos recursos da pesca, resultou da sua aplicação à componente inglesa do canal da mancha<sup>3</sup>. Tratou-se da modelização de todo um sistema complexo, com uma frota distribuída por cinco regiões e dividida em 6 segmentos, com seis artes de pesca e 21 métodos de pesca. Nesta aplicação foram introduzidas relações não-lineares entre esforço e capturas utilizando programação separada.

$$\min Z = w_1 \frac{n_1}{Lucro \max} + \sum_i w_{2,i} \frac{n_{2,i}}{Emprego_i} + \sum_j w_{3,j} \frac{p_{3,j}}{TAC_j} \quad (4.8)$$

s.a.,

$$Lucro + n_1 - p_1 = Lucromax$$

<sup>3</sup> Pascoe, S., Tamiz M.; Jones D.F. (1997); "Multi-Objective Modelling of the UK Fisheries of the English Channel", Research Paper 113, Portsmouth, CEMARE.

$$\sum_s Barcos_{i,s} Tripulação_s + n_{2,i} - p_{2,i} = Emprego_i$$

$$Capturas_j + n_{3,j} - p_{3,j} = TAC_j$$

A função Z, representa a soma dos desvios negativos ( $n_1$ ) face ao objectivo *Lucromax*, dos desvios negativos ( $n_{2,i}$ ) do objectivo *Emprego<sub>i</sub>* e dos desvios positivos ( $p_{3,j}$ ) face ao objectivo *TAC<sub>j</sub>*. Os pesos atribuídos a cada objectivo são  $w_1$ ,  $w_{2,i}$  e  $w_{3,j}$ , respectivamente, para o objectivo *Lucromax*, *Emprego<sub>i</sub>* e *TAC<sub>j</sub>*.

O primeiro objectivo, o de maximização do lucro (*Lucromax*), é o objectivo de eficiência económica; o segundo objectivo é o da manutenção do emprego (*Emprego<sub>i</sub>*) em cada região com metas fixadas. O total de capturas admissíveis (*TAC<sub>j</sub>*) reflecte os objectivos de conservação para cada uma das espécies j. As capturas para além das quotas constituem rejeições das mesmas, desperdício que deve ser minimizado.

Nas restrições, o *Lucro* corresponde ao lucro económico; os *Barcos<sub>i,s</sub>* são o número de embarcações da região i da classe de embarcações s; a *Tripulação<sub>s</sub>* corresponde ao número médio de tripulantes das embarcações da classe s; as *Capturas<sub>j</sub>* são as capturas da espécie j.

Os lucros são estimados a partir das capturas e dos preços; os custos variáveis são estabelecidos em função das receitas e do nível de esforço; os custos fixos são determinados pela dimensão e estrutura da frota. As receitas e custos determinam o lucro que depois influencia o nível de esforço de pesca e a sua distribuição.

Os autores evidenciaram um claro antagonismo entre o emprego e o lucro, chegando à conclusão de que com apenas uma redução de 15% nos lucros o emprego poderia duplicar.

Uma vantagem da programação por metas é a de facilitar a composição de cenários, pela simples alteração das metas ou pela redefinição das prioridades. As principais críticas apontadas estão ligadas à necessidade de efectuar juízos de valor com os



objectivos, ou à existência de soluções ineficientes no sentido de Pareto, particularmente se as metas são estabelecidas a um reduzido nível. A incomensurabilidade é outra das críticas efectuadas, e resulta, como já foi referido, da necessidade de utilizar objectivos com escalas diferentes.

Quanto à aplicação da programação multi-nível à gestão de recursos da pesca, apesar do seu reduzido número são de destacar as efectuadas por Onal (1996) e por Meuriot (1983). O primeiro autor desenvolveu um modelo para uma espécie de camarão no Texas, efectuando a afectação do esforço de pesca de forma a maximizar as capturas dentro das limitações do ponto de vista biológico e económico e maximizando a qualidade das capturas. Os decisores eram a autoridade gestora do recurso e os grupos de utilizadores individuais, formando um modelo bi-nível.

Meuriot (1983) avaliou o valor do acesso por parte de estrangeiros a *stocks* dos EUA, ligados à aplicação de um pagamento pelo mesmo acesso. Foi utilizada a programação linear para modelizar dois estágios ou níveis, a maximização do excedente dos produtores e a maximização dos lucros do decisor que é, simultaneamente, quem detém o controle da frota. Encontraram-se no entanto, muito poucas aplicações da programação multi-nível à gestão dos recursos da pesca, o que não é de estranhar dada a complexidade deste método e visto que a solução para estes problemas não ser necessariamente eficiente no sentido de Pareto para todos os níveis.

Outro método aplicado é o da teoria da utilidade multi-atributo. É baseado no princípio de que o decisor procura maximizar sua utilidade de acordo com determinados critérios ou atributos independentes, representados por  $U=U(g_1, g_2, \dots, g_k)$ . O modelo aditivo é o mais utilizado, podendo a função de utilidade ser representada por:

$$u(x) = \sum_{i=1}^n k_i u_i(x_i) \quad (4.9)$$

Onde o somatório dos  $k_i$ 's é igual à unidade e  $0 \leq u_i(x_i) \leq 1$ .

A fim de determinar o nível de utilidade associado ao nível de cada actividade é usual efectuarem-se encontros envolvendo as partes interessadas. Este aspecto de desvendar

as preferências de forma a que informação qualitativa e quantitativa possa ser integrada no modelo é um aspecto importante deste método.

As aplicações deste método à gestão dos recursos da pesca têm sido frequentes de destacar as de Keeney (1977) e a de Hilborn (1977).

Outros métodos de programação multi-objectivo utilizados na gestão dos recursos da pesca, são os que procuram gerar informação para o decisor, sem a necessidade de explicitar preferências. Duas técnicas são geralmente aplicadas; um método que utiliza pesos para as variáveis e outro que utiliza restrições (Cohon (1975)).

A representação matemática do primeiro é a seguinte:

$$\max \sum_{i=1}^k w_i z_i(x) \quad (4.10)$$

s.a.,

$$x \geq 0$$

Onde  $x \in R^n$  é o conjunto de variáveis de decisão sendo  $x \geq 0$ ;  $z(x)$  o conjunto de  $k$  funções objectivo e  $w_i$  parâmetros que podem ser inicialmente estabelecidos de forma arbitrária e depois alterados. Sendo que  $w_i \geq 0$  para qualquer  $i$ .

Sendo a representação matemática do modelo com restrições a seguinte:

$$\max Z_j(x) \quad (4.11)$$

s.a.,

$$Z_i(x) \geq b_i \quad (i \neq j)$$

$$x \geq 0$$

Onde  $b$  é um vector de limites inferiores sobre  $(k-1)$  objectivos. Parametrizando  $w_i$  e  $b_i$  respectivamente, para cada uma das duas técnicas, podem obter-se soluções. Este método em qualquer das técnicas utilizadas gera todas as soluções óptimas a partir das

quais o decisor pode efectuar a sua escolha. Desta forma não é necessário efectuar juízos *à priori* e explicitar preferências. Aplicações deste método foram efectuadas por Sylvia (1994) e Padilla (1994), precisamente, com o intuito de evitar a intervenção da entidade reguladora da actividade e a necessidade de explicitar *à priori* as suas preferências.

Quanto à programação multi-objectivo não linear, difere da programação multi-objectivo linear pelo facto da função objectivo ou das restrições conterem formas não lineares. Este facto apenas dificulta a obtenção da solução e altera os métodos aplicados.

Placenti (1992), utilizou uma técnica da programação não-linear, para analisar cenários de capturas óptimas em Itália, considerando 43 espécies 4 artes de pesca distintas e 10 regiões. Foram criados 4 cenários alternativos, nos quais se optimizaram objectivos económicos, biológicos e capturas. Outros autores, Diaz (1992), utilizaram a programação não-linear para efectuar uma análise da gestão de uma espécie de polvo, utilizando três cenários, para os quais se alteraram as metas dos oito objectivos do decisor. Foi utilizada uma função objectivo não linear e restrições não lineares.

Num artigo de referência, já citado, de aplicação da programação por metas de Pascoe (1997), além de ser utilizada a programação por metas foi utilizada a programação não linear.

Após a revisão bibliográfica efectuada, sobre as aplicações da programação multi-objectivo à gestão dos recursos da pesca, constatou-se que a diversidade dos métodos e técnicas utilizadas justifica-se pela forma como são explicitadas as preferências e pelo processo de decisão em causa. A adaptação à realidade é uma característica das aplicações analisadas; de realçar, no entanto, a predominância da programação por metas que é o método mais utilizado. A predominância da programação por metas linear ou não linear à gestão de recursos da pesca, é justificada com a complexidade do processo de decisão e com a necessidade de estabelecer metas no curto prazo para os objectivos. Dada a multiplicidade dos objectivos, procuram-se metas que sejam não a melhor solução para cada objectivo, mas que representem um compromisso entre eles.

## **5. Aplicação à gestão de um recurso em território nacional**

### **5.1. - Caracterização da frota de cerco e da fileira da sardinha**

No nosso país as espécies mais abundantes são as pelágicas, tais como a sardinha, o carapau, a sarda e a cavala. Dada a sua abundância, desde cedo que se desenvolveu uma actividade de captura e transformação das mesmas. As embarcações dirigidas à captura destas espécies dispõem de uma arte de pesca designada de “arte de cercar para bordo” e são vulgarmente designadas por traineiras.

A frota de cerco dirige-se à captura das espécies pelágicas, nomeadamente, a sardinha que é a espécie mais abundante na nossa costa. De tal forma que em alguns portos do nosso país se desenvolveram aglomerados urbanos cuja actividade principal era a captura, comercialização e transformação da sardinha.

A frota de cerco, apesar de se dedicar também à captura de outras espécies, depende efectivamente da captura da sardinha que deverá representar cerca de 98% do total do pescado capturado.

Existem para além das embarcações que se dedicam exclusivamente à captura de espécies pelágicas através da “arte de cercar para bordo”, embarcações polivalentes que não se dedicam somente à captura destas espécies.

Nos últimos anos, fruto de uma reestruturação no sector, diminuiu drasticamente o número de embarcações de cerco em actividade.

Passa-se a apresentar a frota de cerco em actividade em Portugal no ano de 1999, por regiões, evidenciando a média da TAB e potência em cada região.

**Quadro 1 – Embarcações por região**

Região	Número	TAB	Potência
Norte	48	49,1	244,4
Centro	12	63,7	279,5
Lisboa V.T.	58	44,9	203,6
Alentejo	4	52,2	249,3
Algarve	50	38,0	191,9
Madeira	5	44,4	193,0
Total	177	45,5	217,2

Fonte: DGPA (1999)

Como se pode verificar pelo quadro acima apresentado, a região Norte, Lisboa e Vale do Tejo e o Algarve concentram o maior número de embarcações de cerco, contudo as embarcações no Algarve apresentam uma dimensão inferior à média. Por outro lado, é na região Norte que as embarcações têm uma maior TAB e potência média.

Segundo os agentes económicos do sector, o destino da sardinha capturada pode repartir-se em 50% para a indústria conserveira, 40% para o mercado em fresco e 10% para outros destinos, nomeadamente, o do isco. O consumo em fresco concentra-se nos meses de Junho a Setembro.

Com a adesão de Portugal à Comunidade Económica Europeia o sector do cerco foi aquele que se adaptou mais cedo às regras comunitárias, tendo sido criadas sete Organizações de produtores (O.P.) conforme se evidencia no Quadro 2. A análise empírica efectuada neste capítulo terá como objecto as embarcações associadas das O.P. e a política de gestão da sardinha.

**Quadro 2 – Localização das O.P.**

Org. de Produtores	Localização
APROPESCA	Póvoa de Varzim
PROPEIXE	Matosinhos
OPCENTRO	Peniche/Nazaré
FENACOOPESCAS	Peniche
SESIBAL	Setubal/Sesimbra/Sines
BARLAPESCAS	Portimão
COOPALGARVIA	Olhão

No Quadro 3 apresenta-se o número de embarcações representadas por cada O.P. para o ano de 1999, assim como as suas características em média.

**Quadro 3 – Número e características das embarcações por O.P. em 1999**

Org. de Produtores	Nº de Embarcações	HP	TAB	CS	CFF
SESIBAL	17	260,5	35,8	15,5	17,7
OPCENTRO	22	265,9	38,2	15,1	17,9
FENACOOPESCAS	9	386,3	75,6	23,1	26,4
PROPEIXE	37	356,1	53,2	18,3	22,4
APROPESCA	12	400,6	52,7	17,8	21,0
COOPALGARVIA	11	307,0	40,4	17,1	20,4
BARLAPESCAS	19	288,5	40,2	16,7	19,8

A análise comparativa entre os Quadros 1 e 3, evidencia a diferença entre o número total de embarcações e as embarcações associadas às O.P.. A frota de cerco nacional em 1999, segundo informação da Direcção Geral das Pescas e Aquicultura (DGPA), era de 177 embarcações enquanto o número de embarcações associadas às O.P. era de 127.

Relativamente às O.P. verifica-se através da análise do Quadro 3, que a PROPEIXE com 37 embarcações é aquela que apresenta maior número de embarcações, seguida da OPCENTRO e da BARLAPESCAS, com respectivamente 22 e 19 embarcações.

A APROPESCA é a O.P. cujas embarcações têm em média maior potência (H.P.), seguida da FENACOOPESCAS e da PROPEIXE. Em termos de T.A.B. a FENACOOPESCAS destaca-se pela sua média muito acima das restantes O.P..

Quanto ao comprimento de sinal (C.S.) e comprimento fora a fora (C.F.F.), é a FENACOOPESCAS aquela que apresenta em média as embarcações de maior dimensão, seguida da PROPEIXE. Não foi possível aceder a informação sobre a antiguidade das embarcações e o material de que é feito o casco das mesmas, que são aspectos importantes a ponderar quando se analisa uma frota de pesca.

Assim, globalmente é a FENACOOPESCAS que apresenta embarcações com melhores características físicas, seguindo-se a PROPEIXE e a APROPESCA.

Importa agora, proceder à análise do número de tripulantes por embarcação em cada O.P. conforme se pode verificar no quadro 4.

**Quadro 4 – Número médio de tripulantes por embarcação**

<b>Org. de Produtores</b>	<b>Tripulantes</b>
<b>SESIBAL</b>	15
<b>OPCENTRO</b>	18
<b>FENACOOPESCAS</b>	22
<b>PROPEIXE</b>	21
<b>APROPESCA</b>	23
<b>COOPALGARVIA</b>	17
<b>BARLAPESCAS</b>	14

O número de tripulantes está relacionado com as características das embarcações e as próprias condições climáticas que são diferentes no norte e no Sul do País. É claro que é no centro e norte do país que as embarcações têm maior dimensão e as condições climáticas são mais difíceis, pelo que não é difícil de perceber, que é exactamente nestas regiões do país onde as mesmas têm em média mais tripulantes. Como se pode verificar no Quadro 4 a APROPESCA, a FENACOOPESCAS e a PROPEIXE, são as O.P. em que as embarcações têm maior número de tripulantes, estando as mesmas localizadas no centro e norte do país.

O Quadro 5 apresenta o emprego proporcionado pelo conjunto de embarcações associadas a cada O.P.. É de salientar que em algumas O.P. não foi facultado o número de tripulantes em cada uma das embarcações pelo que o emprego em cada O.P., resulta do produto do número médio de tripulantes das embarcações pelo número total de embarcações.

O número total de tripulantes da frota associada às O.P. é de 2342. Trata-se de um volume de emprego directo significativo, dirigido apenas a uma espécie, sobretudo se se considerar que ainda existem 50 embarcações cujo emprego não é aqui considerado.

A O.P. PROPEIXE é aquela que tem maior importância na variável emprego com cerca de 33% seguida da OPCENTRO com 16% do total do emprego nas O.P.. Pelo Quadro 5 verifica-se ao nível do emprego, o que já se tinha constatado nas variáveis anteriores; a região norte e centro concentram a grande parte da actividade de captura de sardinha.

**Quadro 5 – Emprego por O.P.**

<b>Org. de Produtores</b>	<b>Emprego</b>
<b>SESIBAL</b>	263
<b>OPCENTRO</b>	375
<b>FENACOOPECAS</b>	198
<b>PROPEIXE</b>	777
<b>APROPESCA</b>	276
<b>COOPALGARVIA</b>	187
<b>BARLAPESCAS</b>	266
<b>TOTAL</b>	2342

As O.P. quando foram criadas aglutinaram a esmagadora maioria dos produtores e iniciaram a aplicação das regras comunitárias de comercialização de pescado.

Os objectivos de uma organização de produtores no contexto da União Europeia são os de: promover a aplicação de planos de captura; intervir na primeira venda do pescado de forma a regularizar os preços; aplicar regras de comercialização afim de melhorar a qualidade dos produtos. Deveriam, por outro lado, constituir actividades das O.P. as seguintes:

- celebrar contratos de venda do pescado;
- fixar preços de retirada;
- efectuar planos de captura;
- armazenar o pescado e explorar unidades de frio;
- prestar serviços aos associados, como os da prestação de pequenos serviços de manutenção;



- participar em empresas a montante e a jusante do sector extractivo;
- promover campanhas de promoção dos produtos;
- entre outros de carácter mais específico.

Existem compensações financeiras a fundo perdido que são atribuídas pela secção garantia do FEOGA ( Fundo Europeu de Orientação e Garantia Agrícola) e cujos beneficiários apenas podem ser as organizações de produtores formalmente reconhecidas. Estas compensações destinam-se a apoiar os produtores em operações de retirada do mercado dos produtos que, no mercado de primeira venda, não atinjam o preço de retirada fixado para a campanha. Estas operações de retirada permitem garantir um rendimento mínimo aos produtores e regularizar o mercado, numa tentativa de não deixar os preços oscilar demasiado. Existe igualmente um prémio de reporte que beneficia também e apenas as O.P. formalmente reconhecidas. O seu objectivo é o de evitar a destruição de peixe que foi objecto de retirada, dando-lhe uma utilização para a alimentação humana. Este prémio beneficia determinadas espécies que foram alvo de operações de retirada, mas que pelas suas características de qualidade e frescura podem ser conservadas e submetidas a uma ou várias operações de transformação. Podem ainda ser estabelecidos pelas O.P., contratos com comerciantes ou industriais, ficando esse peixe isento de venda pelo sistema de leilão.

A análise do Quadro 6, permite retirar conclusões acerca das capturas e respectiva valorização do pescado.

**Quadro 6- Capturas, preço médio e retiradas por O.P. em 1999**

O.P.	Capturas(kg)	Preço médio(Esc.)	% das retiradas
APROPESCA	7301730	102,55	2,75
PROPEIXE	22343973,4	96,26	5,37
OPCENTRO	6936765,5	134,72	2,65
FENACOOPESCAS	4466223,2	135,21	2,41
SESIBAL	8005032,2	113,61	0,78
BARLAPESCAS	7646693	108,36	0,01
COOPALGARVIA	5645979	88,6	0,37
Total	62346396,3	107,09	2,85

Fonte: ANOPCERCO (1999)

É na região norte do país que se verifica o maior volume de capturas, todavia é no centro, e no seio da OPCENTRO e FENACOOPESCAS, onde a valorização da sardinha é mais elevada. Este facto parece justificar-se à luz da proximidade da área de mercado de Lisboa. Nos extremos do país, a norte e a sul, a valorização do pescado é menor e uma maior percentagem das capturas é dirigida para a indústria e outros fins que não o do consumo em fresco. Pode-se também verificar no Quadro 6 a percentagem do volume de retiradas nas capturas totais. Assim, a norte na PROPEIXE verifica-se um maior volume de retiradas, representando 5,37% das capturas dessa O.P.. Poder-se-ia pensar que quanto maior fosse o volume de retiradas do mercado menor seria o preço médio. Contudo, essa correlação não existe, dado que este mecanismo de garantia dos preços não funciona em alguns portos, como é o caso da região do Algarve, onde se constata que praticamente não existiram retiradas em 1999 e os preços continuaram relativamente baixos.

Outro aspecto relevante para a caracterização da actividade prende-se com a análise dos custos da mesma. A entrevista (vide anexo 1) aos presidentes de cada O.P. foi a metodologia utilizada para recolher informação sobre custos económicos da actividade das embarcações. Desse modo, procurou evitar-se a relutância habitual de divulgação dessas informações por parte dos armadores e a provável sobreavaliação dos custos. Nessas entrevistas foi solicitado o montante médio para cada tipo de custo, além das informações já referidas acerca das características das embarcações e do número de

tripulantes. Partiu-se do princípio de que os presidentes e a respectiva direcção de cada O.P. têm uma visão global da frota que representam.

Os dados relativos aos custos fixos e variáveis médios das embarcações de cada O.P., encontram-se de forma resumida no Quadro 7.

**Quadro 7 - Custos variáveis e fixos médios por O.P.**

Unidade: 1000 Esc.

O.P.	Custo Variável	Custo Fixo
SESIBAL	5,01	4800
BARLAPESCAS	15	6357,94
COOPALGARVIA	20	10784,69
FENACOOPESCAS	10,55	13215,6
OPCENTRO	8	10043,6
APROPESCA	4,67	6100
PROPEIXE	59,8	13112

Os custos variáveis são função da produção e têm os seguintes componentes:

- a comissão de venda em lota;
- remunerações variáveis dos tripulantes;
- contribuições para a segurança social das remunerações variáveis;
- comissão para a O.P.;
- comissão para o sindicato;
- seguros no caso de serem função da produção;
- combustível e lubrificantes;
- gelo.

Considera-se dois tipos de custos variáveis; os que dependem da produção e aqueles que variam simultaneamente com a produção e com o esforço de pesca. De salientar que os dias de pesca foram considerados como uma aproximação do esforço de pesca. No Quadro 7 como custos variáveis são contabilizados apenas aqueles que são função do esforço de pesca.

Os custos fixos são por definição aqueles que não variam com as capturas e que não dependem do esforço de pesca, pode-se referir as seguintes componentes:

- amortização;
- seguro da tripulação e embarcação;
- reparações e manutenção da embarcação;
- reposição de redes;
- licença;
- remunerações fixas.

Note-se no entanto, que algumas destas componentes quer dos custos variáveis quer dos custos fixos não estão presentes em todas as O.P.

A análise dos custos variáveis do Quadro 7 permite identificar uma grande variabilidade dos mesmos entre as O.P., tal facto parece dever-se a quatro factores:

- dimensão das embarcações e da tripulação;
- remuneração da tripulação;
- distância necessária a percorrer pela embarcação;
- forma de pagamento de alguns custos.

De facto, a diferença nos custos variáveis não se justifica somente pela dimensão das embarcações e da tripulação, nem pelas deslocações efectuadas as quais implicam um maior gasto de combustível, mas também, pelas formas tradicionais de pagamento de alguns custos de produção, tornando-os função das capturas em alguns casos.

As embarcações da PROPEIXE são as que apresentam o custo variável mais elevado (cerca de 59,8 mil escudos), o que se justifica não só pela dimensão das embarcações e da tripulação mas também pelo facto de muitos custos de produção serem função do esforço de pesca. No extremo oposto situa-se a APROPESCA cujas embarcações apresentam um custo variável de 4,67 mil escudos, apesar das suas embarcações serem as que têm maior potência.

Esta variabilidade nos custos variáveis de acordo com as O.P. e os respectivos portos, evidencia a necessidade de se considerar as especificidade territoriais quando se procura por em prática uma política de gestão de um recurso.

Quanto aos custos fixos a sua variabilidade é menor, embora existam diferenças na ordem dos 60%, ainda assim bastante significativas. De referir o facto de se determinar as amortizações com base no valor das embarcações e, supondo uma vida útil de 20 anos para as mesmas o que pode contribuir para aquela variabilidade. Outra das componentes muito significativa nos custos fixos são as despesas de manutenção e reparação das embarcações e a reposição de redes de pesca. Estas componentes determinam um peso elevado dos custos fixos na estrutura de custos das embarcações de todas as O.P.. Este facto deve ser considerado aquando da definição de uma política de pescas para a sardinha.

A PROPEIXE apresenta o valor mais elevado para os custos fixos médios das suas embarcações com o valor de 13 112 milhares de escudos, enquanto por exemplo a SESIBAL apresenta um valor de 4 800 milhares de escudos, facto a que não é alheia a diferença de dimensão entre as embarcações das duas O.P.

Saliente-se no entanto, que as informações recolhidas sobre os custos fixos e variáveis resultaram das entrevistas efectuadas. Se por um lado, os custos variáveis são de alguma forma mais objectivos, por outro, os custos fixos são mais sujeitos a erros de medida, dado que variam muito de ano para ano, uma vez que, existem anos em que as embarcações necessitam de mais reparações ou que tiveram uma grande perda na arte de cercar o que implica custos na sua reposição.

A sardinha gera uma autêntica fileira de produção a montante e a jusante da actividade extractiva. Embora o objecto de estudo seja a política de gestão do recurso e a preocupação seja sobretudo com a sua extracção, é importante neste âmbito caracterizar também a transformação que é a principal actividade a jusante.

A análise do emprego permite, de certa forma, avaliar a importância da indústria conserveira como actividade transformadora. Assim, o Quadro 8 elaborado de acordo com o boletim de informação da DGPA (1999), permite identificar o número de estabelecimentos industriais de conserva de pescado e os respectivos postos de trabalho.

### Quadro 8 - Indústria e emprego por concelho

Concelho	Número de Fábricas	Postos de Trabalho
Póvoa de Varzim	2	179
Vila do Conde	2	232
Matosinhos	7	704
Figueira da Foz	2	147
Peniche	3	517
Portimão	2	34
Olhão	3	432
Vila Real de Sto.Ant.	1	247
Total	22	2492

Fonte: DGPA (1999)

Como se pode verificar pela análise do quadro supra, a indústria de conservas está distribuída por toda a orla costeira. Por outro lado, verifica-se também que os principais portos de pesca da sardinha coincidem com os locais da sua transformação. Pode-se constatar que Matosinhos é o concelho onde se localiza um maior número de estabelecimentos industriais e, simultaneamente, um maior número de postos de trabalho, seguido de Peniche e Olhão. A nível nacional existem 22 estabelecimentos industriais representando 2492 postos de trabalho, valor próximo dos postos de trabalho envolvidos na actividade da pesca da sardinha pelos associados das O.P.

Quanto à produção verifica-se que conforme o Quadro 9, no ano de 2000 foram produzidas cerca de 6449,6 toneladas de conservas de sardinha..

### Quadro 9 - Produção de conservas de sardinha

Unidade: toneladas		
Região	Produção em 2000	%
Norte	2561,2	39,71%
Centro	598,5	9,28%
Lisboa e V.T.	2198,5	34,09%
Algarve	1091,4	16,92%
Continente	6449,6	100%

Fonte: DGPA (2000)

Em termos de produção de conservas de sardinha confirma-se a maior percentagem de produção no norte do país com cerca de 40% da produção nacional, saliente-se o peso pouco significativo da produção de conservas de sardinha no centro do país.

## 5.2.-A política actual de gestão do recurso

Em virtude da quebra nos valores da biomassa total e do recrutamento da sardinha registada pelo IPIMAR (Instituto Português de Investigação Marítima), verificados em 1996 e 1997 foram propostas medidas drásticas de redução da frota, esforço de pesca e capturas. Em Portugal foi estabelecido um Plano de acção para a pesca da sardinha que começou a ser aplicado em 1997, sofrendo alguns ajustamentos até 1999.

Este plano resultou de diálogo estabelecido entre a DGPA (Direcção Geral das Pescas e Aquicultura) o IPIMAR (Instituto Português de Investigação Marítima) e a ANOPCERCO (Associação Nacional das Organizações de Produtores da Pesca de Cerco).

Para o ano de 1997 sobretudo pela aplicação da Portaria nº 281-B/97 de 30 de Abril foram estabelecidas as seguintes medidas:

- interdição da captura, manutenção a bordo, desembarque e comercialização de sardinha a norte da Figueira da Foz nos meses de Fevereiro e Março, excepto como captura acessória e desde que não exceda os 10% das capturas;
- paragem semanal de 48 horas;
- limitação de 190 dias de esforço de pesca para a zona ocidental norte (de Viana do Castelo até à Figueira da Foz) e de 206 dias para as restantes zonas do país;
- não ultrapassar a quantidade desembarcada de sardinha em 1996;
- diminuição do volume de retiradas;
- definição do tamanho mínimo de capturas de 11 cm.

Em 1998 pela Portaria 376/98 de 1 de Julho, foram efectuadas as seguintes alterações:

- diminuição do esforço de pesca para 180 dias, tratando-se de embarcações associadas a O.P.; este limite é gerido pelas mesmas;
- limitação das capturas, devendo as mesmas em 1998 apresentar uma redução de 10% face a 1997;
- fixação dos limites de captura para cada OP conforme o Quadro 10 abaixo apresentado. Aquelas quotas de produção destinam-se a ser geridas pelas O.P.;

**Quadro 10 - Quotas de produção das OP**

O.P.	Quota
Apropesca	6500
Propeixe	23500
Fenacoopescas	5600
Pcentro	7600
Sesibal	9500
Barlapescas	9100
Coopalgarvia	6400

- as entradas e saídas de embarcações associadas permitem rever os limites supracitados tendo em conta os desembarques de 1997;
- proibição para as embarcações de arrasto da captura, manutenção a bordo, desembarque e comercialização de sardinha, a não ser como espécie acessória até ao limite de 10% das capturas;
- obrigatoriedade para todas as embarcações de comprimento fora a fora superior a 10 metros; de registarem em diário de pesca e declaração de descarga as quantidades de sardinha capturadas e mantidas a bordo;
- possibilidade de transferência das quotas entre as O.P. desde que não seja ultrapassada a quota.



Para por em prática esta redução estabeleceram-se limites de capturas para cada organização de produtores partilhando a responsabilidade de gestão do recurso com as mesmas.

Em 1999 por via da Portaria nº147-B/99 de 2 de Março e da Portaria 677/99 de 23 de Agosto, efectuaram-se as seguintes alterações:

- durante o ano de 1999 o número máximo de dias de pesca por embarcação é de 180;
- para as embarcações não associadas das O.P., se os desembarques totais ou individuais efectuados no primeiro semestre não revelarem uma diminuição no esforço de pesca e uma redução de pelo menos 10% nas capturas relativamente ao ano de 1998, poderão ser estabelecidas quotas individuais para as embarcações;
- as regras em matéria de produção aplicáveis aos membros das O.P. e estabelecidas por elas, como por exemplo, os limites de desembarques por embarcação, são também aplicáveis aos produtores que não sejam membros dessas organizações desde que, essa intenção tenha sido comunicada antecipadamente à DGPA e à DOCAPESCA.

Esta política de gestão de recursos conduziu a uma redução do esforço de pesca. relativamente ao ano de 1996, estimada em cerca de 22% segundo a ANOPCERCO.

Quanto ao instrumento de política utilizado - a imposição de uma quota de pesca a cada organização de produtores e não uma quota individual a cada embarcação - tem a sua justificação teórica à luz da dificuldade de obtenção de informação necessária para estabelecer quotas individuais. Segundo Stollery (1993), a limitação do acesso das embarcações à actividade conjuntamente com a descentralização na determinação de quotas individuais, traduz-se numa política de pescas eficiente.

### 5.3. Aplicação de instrumentos de análise e apoio à decisão à gestão do *stock* da sardinha

Nesta secção analisa-se através do estudo de um caso empírico, a gestão de um recurso em território nacional – a sardinha (*S.pilchardus*). Aborda-se uma forma de utilização da bio-economia e da programação multi-objectivo como instrumentos de análise e apoio à decisão de uma política de pescas.

A metodologia adoptada nesta aplicação tem como pressuposto, a necessidade do processo de decisão se fundamentar em informação biológica limitada ou mesmo inexistente. O facto de, na maior parte dos recursos se dispor apenas de séries temporais de capturas e esforço de pesca, permite vislumbrar a possibilidade de aplicação desta metodologia a outros recursos piscícolas.

A aplicação desta metodologia visa dar resposta a duas questões de índole prática:

- definição da quantidade óptima da sardinha a capturar;
- gestão territorial dessa mesma quota de produção.

Importa referir que as questões acima levantadas são preocupação actual da nossa política de pescas.

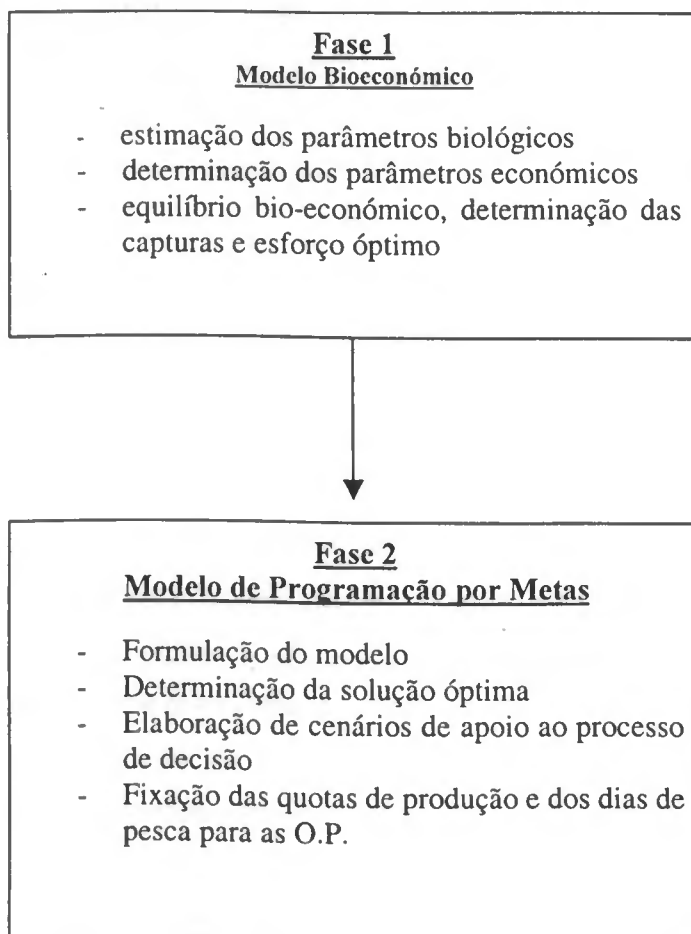
Tendo em conta por um lado, os múltiplos objectivos de uma política de pescas, e por outro, a dificuldade de consideração da variável espaço, procede-se à aplicação de uma metodologia repartida em duas fases, conforme se ilustra na Figura 23.

Numa primeira fase, efectua-se uma análise bio-económica, que visa dar resposta à necessidade de fixação de uma quota nacional para a captura da sardinha, partindo-se da estimação dos parâmetros biológicos e económicos para a respectiva determinação das capturas e esforço óptimo. Numa segunda fase, determinada a quantidade óptima de captura, procede-se à repartição das quotas de pesca pelas O.P. nacionais. Nesta última fase, tem-se em conta as incidências territoriais na gestão do recurso. Para a determinação das quotas de captura para cada O.P., utiliza-se a programação multi-objectivo, considerando quer a necessidade de viabilizar economicamente a actividade

em cada região (a que diz respeito a O.P.), quer a necessidade de manter o nível de emprego. Com base nesta modelização, são constituídos cenários tendo em vista o apoio ao processo de decisão.

A Figura 23, ilustra a metodologia utilizada e respectivas etapas do estudo empírico.

**Fig.23 – Metodologia utilizada no estudo empírico**



Está-se pois, perante a tentativa de auxiliar o processo de decisão, pelo que, na primeira fase determina-se a quantidade óptima de captura do recurso, e o esforço óptimo em dias de pesca. Numa segunda fase reproduzindo a forma actual de gerir este recurso, obtêm-se quotas de produção para as 7 O.P.. Serão depois as O.P., e de acordo com a actual política de gestão do recurso, que irão gerir a sua distribuição pelos associados e respectivas embarcações.

Não se pode deixar de referir que, a decisão centralizada e respectiva determinação da quota de captura nacional, justifica-se pelas externalidades espaciais que ocorrem, devido ao facto de as capturas numa região afectarem o nível de biomassa global, conduzindo necessariamente a que as restantes regiões sejam afectadas.

O ensaio de aplicação deste modelo bio-económico (fase 1), será efectuado para a espécie em causa, sem a preocupação de que o modelo biológico subjacente seja o mais adequado à referida espécie. Sabe-se, até de antemão que, do ponto de vista biológico, os modelos de excedente de produção não serão os mais adequados e que a informação existente acerca deste recurso permite uma modelização que tenha em conta, a estrutura da população, como a efectuada no âmbito do ICES.

Este ensaio de modelização bio-económica foi condicionado pela inexistência ou falta de qualidade da informação acerca do esforço de pesca.

Quanto à diferenciação espacial dos parâmetros biológicos, na prática, ela não é possível no actual estado de conhecimento biológico. No caso da sardinha a região estabelecida pelo ICES é a que vai do golfo da Gasconha ao golfo de Cádiz, não existindo diferenciação geográfica dos parâmetros biológicos. Isto não quer dizer que a abundância deste recurso seja uniforme, significa que, cientificamente e de acordo com a definição biológica, a sardinha nesta região constitui um só *stock*. Contudo, os agentes económicos ligados à exploração do recurso insistem que as capturas evidenciam estados diferenciados do *stock*, nomeadamente, entre o Sul e o Norte do nosso país.

A própria espécie, sendo pelágica, dificulta esta análise biológica espacialmente diferenciada. Mesmo assim procurou-se ajustar um modelo de excedente de produção e de crescimento logístico a esta espécie. Para tal, recolheu-se a informação relativa ao esforço de pesca e capturas com a finalidade de obter os parâmetros biológicos, através da estimação econométrica.

Admitiu-se que, dada a existência do plano de acção para a sardinha seria possível obter informação de qualidade acerca de capturas e esforço de pesca, no entanto, tal não se verificou. A DGPA dispõe apenas dos dias de venda em lota e de mapas preenchidos

de 1997 a 1999 pelas organizações de produtores com os dias de inactividade. A informação prestada é a de que nenhuma dessas fontes de informação teria qualidade para ser utilizada como medida de esforço de pesca, dado que por um lado, os dias de venda em lota são muito inferiores aos efectivos dias de esforço de pesca, e por outro lado, o facto de o preenchimento dos mapas para a DGPA não ter sido efectuado com rigor na maior parte das organizações de produtores.

Reconhecendo as insuficiências da informação acerca do esforço de pesca optou-se por utilizar os dias de pesca (venda em lota) facultados pela D.G.P.A.. Da sua base de dados, obteve-se uma série mensal de capturas e outra dos dias de pesca, permitindo por via econométrica estimar os parâmetros biológicos.

Os parâmetros biológicos que se obtêm a partir dos parâmetros da regressão são  $r$ , a taxa de crescimento,  $q$  o coeficiente de capturabilidade e  $K$  a capacidade de carga ou biomassa assintótica.

A metodologia utilizada para a estimação dos parâmetros biológicos, é a proposta por Schnute (1977) e aplicada no projecto N° 97/SE/005 que se passa a expor.

Sendo  $\bar{h}_j$  as capturas médias efectuadas durante o período de tempo  $j$ , e  $\bar{E}_j$  o esforço médio de pesca aplicado durante este período de tempo, o modelo de produção procura relacionar as variáveis de forma que:

$$\bar{h}_j = f(\bar{E}_j) \quad (5.1)$$

Com esta relação assume-se que as capturas não dependem do esforço de pesca nem das capturas em momentos anteriores. Para evitar esse pressuposto pode-se expressar a relação anterior da seguinte forma:

$$\bar{h} = f(\bar{E}_j, \bar{h}_{j-1}, \bar{E}_{j-1}) \quad (5.2)$$

A equação (5.2) expressa uma relação dinâmica e mais realista. Os modelos de crescimento de Schaefer (1954) e Fox (1970), expressam-se geralmente em forma de equações diferenciais. Necessita-se pois, de transformá-los em equações discretas como a (5.2) tendo em vista a utilização das séries temporais disponíveis.

Para o modelo de Schaefer (1954), cumprindo as suas hipóteses:

$$\frac{dx(t)}{dt} = rx(t) \left( 1 - \frac{x(t)}{K} \right) - h(t) \quad (5.3)$$

$$\frac{h(t)}{E(t)} = qx(t) \quad (5.4)$$

Observa-se na equação (5.3) e (5.4), três variáveis endógenas dependentes do tempo (t): a biomassa ( $x(t)$ ); as capturas ( $h(t)$ ) e o esforço de pesca ( $E(t)$ ). Estas variáveis estão relacionadas através de três parâmetros: a taxa de crescimento ( $r$ ); a capacidade de carga do ecossistema ( $K$ ) e o coeficiente de capturabilidade ( $q$ ).

Considerando uma nova variável resultante do rácio entre as capturas e o esforço de pesca, a qual se designa por capturas por unidade de esforço (CPUE), de modo que:

$$CPUE(t) = \frac{h(t)}{E(t)} \quad (5.5)$$

A hipótese de Schaefer, descrita pela equação (5.4), pode ser rescrita como  $h(t)=qx(t)E(t)$ , e substituída em (5.5), obtém-se:

$$CPUE(t) = qx(t) \quad (5.6)$$

Rescrevendo a equação (5.3) de acordo com a nova variável, chega-se a:

$$\frac{dCPUE(t)}{dt} = rCPUE(t) \left( 1 - \frac{CPUE(t)}{K} \right) - qE(t)CPUE(t) \quad (5.7)$$

Dado que apenas se observa uma série temporal de capturas e de esforço de pesca, torna-se necessário tornar discreta a equação (5.7), e transformá-la numa equação em diferenças finita. Sabendo que, da integração de uma função contínua resulta um valor médio dessa função entre os extremos de integração de forma que:

$$\bar{F}_n = \int_n^{n+1} F(t) dt \quad (5.8)$$

Pode-se então chegar à seguinte expressão:

$$\frac{1}{CPUE(t)} \frac{dCPUE(t)}{dt} = r - qE(t) - \frac{r}{qK} CPUE(t) \quad (5.9)$$

Efectuando a integração entre o momento  $n$  e  $n+1$  e, recorrendo à regra de derivação logarítmica, obtém-se a seguinte equação:

$$\ln \left( \frac{CPUE_{n+1}}{CPUE_n} \right) = r - q\bar{E}_n - \frac{r}{qK} \overline{CPUE}_n \quad (5.10)$$

Note-se que  $\overline{CPUE}_n$  representa as capturas por unidade de esforço realizada durante o intervalo de tempo  $n$  a  $n+1$ , enquanto  $CPUE_n$  e  $CPUE_{n+1}$  são observações instantâneas no começo de cada período  $n$  e  $n+1$ . Na expressão (5.10), no lado esquerdo da equação, figura um rácio de duas observações instantâneas. Pode-se, no entanto, supor que a relação entre a captura por unidade de esforço no início dos períodos  $n$  e  $n+1$ , é equivalente à relação entre as médias de captura por unidade de esforço durante os períodos  $n+1$  e  $n$ , ou seja:

$$\frac{CPUE_{n+1}}{CPUE_n} \cong \frac{\overline{CPUE}_{n+1}}{\overline{CPUE}_n} \quad (5.11)$$

De acordo com esta relação pode-se enunciar a equação (5.10) da seguinte forma:

$$\ln\left(\frac{\overline{CPUE}_{n+1}}{\overline{CPUE}_n}\right) = r - q\overline{E}_n - \frac{r}{qK}\overline{CPUE}_n \quad (5.12)$$

Com esta expressão, através da utilização de séries temporais de capturas e esforço de pesca, realiza-se uma regressão linear múltipla, estimando dessa forma os parâmetros do modelo de Schaefer:  $r$ ,  $q$  e  $K$ .

Da mesma forma, mas agora para o modelo de Fox (1970), obter-se-ia a seguinte transformação nas expressões (5.3) e (5.4):

$$\frac{dx(t)}{dt} = rx(t) \ln\left(\frac{K}{x(t)}\right) - h(t) \quad (5.13)$$

$$\frac{h(t)}{E(t)} = qx(t) \quad (5.14)$$

De forma que a expressão equivalente à (5.7) para o modelo de Fox será :

$$\frac{dCPUE(t)}{dt} = rCPUE(t) \ln\left(\frac{qK}{CPUE(t)}\right) - qE(t)CPUE(t) \quad (5.15)$$

Pelo que após a sua integração, obtém-se:



$$\ln\left(\frac{CPUE_{n+1}}{CPUE_n}\right) = r \ln(qK) - r \ln \overline{CPUE}_n - q\overline{E}_n \quad (5.16)$$

Tendo em conta a equivalência dos rácios dado por (5.11), rescreve-se a equação (5.16) como:

$$\ln\left(\frac{\overline{CPUE}_{n+1}}{\overline{CPUE}_n}\right) = r \ln(qK) - r \ln \overline{CPUE}_n - q\overline{E}_n \quad (5.17)$$

A partir das expressões (5.12) e (5.17) pode verificar-se através da estimação econométrica qual dos modelos tem um melhor ajustamento.

Para a estimação da regressão linear múltipla utilizou-se o software SPSS 10.0, os dados de capturas e os dias de pesca que constam do anexo II. Os dados das capturas e do esforço de pesca foram obtidos através de informação cedida pela DGPA e relativa a todos os portos do país. Assim, apesar do objecto de estudo ser limitado às embarcações das O.P., a estimação dos parâmetros biológicos para o modelo bio-económico foi efectuada com base em capturas e esforço de todas as embarcações.

O esforço de pesca, foi aproximado pelos dias de pesca obtidos na base de dados da D.G.P.A.. Tratam-se de valores diários das embarcações de Julho de 1997 a Dezembro de 1999, o que permitiu obter as capturas e os dias de pesca mensais, durante esse período, pelo que, se dispõe apenas de 30 observações mensais.

Com base nas 30 observações, procede-se à estimação da regressão linear múltipla de acordo com a equação (5.12), para a qual se obteve os seguintes resultados:

$$\ln\left(\frac{\overline{CPUE}_{n+1}}{\overline{CPUE}_n}\right) = 0.104 - 0.0001343\overline{E}_n - 0.000128\overline{CPUE}_n \quad (5.18)$$

(t = 0.616)      (t = -3.036)      (t = -3.176)

$$\overline{R}^2 = 0.391$$

Da análise dos resultados, verifica-se que as variáveis CPUE e esforço de pesca são significativas a um nível de confiança de 95%, embora a constante do modelo seja claramente não significativa. De salientar o reduzido nível da taxa de crescimento que apesar de não ser significativa pode ser interpretada, como tendo um valor bastante reduzido( 10,4%). Contudo, o ajustamento do modelo não é de desprezar, como se pode verificar pelo coeficiente de correlação ajustado de 39.1%.

Da estimação do modelo de Fox, de acordo com a equação (5.17), obteve-se os seguintes resultados:

$$\ln\left(\frac{\overline{CPUE}_{n+1}}{\overline{CPUE}_n}\right) = -2.54 - 0.289 \ln \overline{CPUE}_n - 0.0001005 \overline{E}_n \quad (5.19)$$

(t = -2.013)            (t = -1.775)            (t = -1.873)

$$\overline{R}^2 = 0.246$$

Pela análise dos mesmos, verifica-se por um lado, que apenas a constante do modelo é significativa para um nível de confiança de 95%; tanto a variável esforço de pesca como a CPUE não são significativas. Por outro lado o ajustamento do modelo de Fox é mais baixo do que o do modelo de Schaefer, o que é revelado por um  $\overline{R}^2 = 0.246$ .

Pela análise comparativa do ajustamento dos dois modelos aos dados, conclui-se que o modelo de Schaefer é mais adequado, dado que apresenta duas variáveis significativas e um coeficiente de correlação ajustado mais elevado. O problema colocado pela não significância da constante do modelo de Schaefer poderá ser resolvido recorrendo à colocação de cenários para a taxa de crescimento.

O problema da não significância da constante do modelo que representa a taxa de crescimento do recurso, pode ser ocasionado pela falta de qualidade da informação relativa ao esforço de pesca. Como tal, tentou-se estimar o modelo com dados relativos a apenas duas O.P. - a COOPALGARVIA e a BARLAPESCAS, para as quais se dispõe de informação que resulta do preenchimento dos mapas do plano de acção para a

sardinha. Da estimação do modelo com 36 meses de observações relativas aos anos de 1997,1998 e 1999, que constam do anexo III, estima-se novamente o modelo de Schaefer.

Verificou-se a necessidade de eliminar três observações relativas aos meses de Janeiro e Dezembro de 1997 e Fevereiro de 1998, por serem consideradas *outliers*. Da estimação do modelo obteve-se os seguintes resultados:

$$\ln\left(\frac{\overline{CPUE}_{n+1}}{\overline{CPUE}_n}\right) = \underset{(t = 2.044)}{0.638} - \underset{(t = -0.423)}{0.000363\overline{E}_n} - \underset{(t = -2.709)}{0.000125\overline{CPUE}_n} \qquad (5.20)$$

$$\overline{R}^2 = 0.159$$

A constante revelou-se significativa para um nível de confiança de 95%. O valor da mesma representa uma taxa de crescimento para o recurso de 63.8%, podendo de certa forma reflectir o melhor estado do recurso a sul do país. No entanto, este tipo de considerações não deve ser efectuado dado que se está na presença do mesmo *stock*. Contudo, pode-se pelo menos questionar o valor obtido com a informação ao nível nacional. Dado que não se pode avançar com uma taxa de crescimento para o *stock*, considerar-se-á vários cenários para a mesma, com o objectivo de ilustrar a modelização bio-económica.

Adoptado o modelo de crescimento de Schaefer, pode-se dos coeficientes da estimação do modelo obter os parâmetros biológicos para o recurso.

**Quadro 11 – Parâmetros biológicos**

r	0,104	0,3	0,4	0,6
q	0,00001116	0,00001116	0,00001116	0,00001116
K	72765538,24	210013440,9	350022401,4	420026881,7

O Quadro 11 enuncia os parâmetros biológicos, para os diferentes valores admitidos para a taxa de crescimento (r) do recurso, o coeficiente de capturabilidade (q) e a

capacidade de carga do ecossistema (K). Os valores de  $r$  variam entre 10.4%, que foi o valor estimado com os dados nacionais, e 60% que é uma aproximação ao valor estimado para os dados referentes à região do Algarve. Saliente-se, que as taxas de crescimento obtidas em estudos similares para espécies pelágicas são compatíveis com os valores mais elevados que se consideram. Como tal, adoptou-se a taxa de crescimento de 60% a fim de efectuar a modelização.

Obtidos os parâmetros biológicos passa-se à obtenção dos parâmetros económicos para proceder à modelização bio-económica. Necessita-se nesta fase, por um lado, da estrutura de custos das embarcações de pesca, e por outro do comportamento da procura.

Para obter o custo variável por dia de pesca utiliza-se a informação referida no Quadro 7. Para tal, efectua-se uma média ponderada dos custos variáveis de cada O.P., por forma a que:

$$c = \frac{n_1 CV_1 + n_2 CV_2 + n_3 CV_3 + n_4 CV_4 + n_5 CV_5 + n_6 CV_6 + n_7 CV_7}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7} \quad (5.21)$$

Em que  $c$  é o custo variável representativo de uma embarcação nacional pertencente a uma O.P.. O valor obtido para  $c$  foi de 24 600\$00 por dia de pesca. Na expressão (5.21)  $CV_i$  é o custo variável de uma embarcação e  $n_i$  o número de embarcações em cada O.P..

Quanto ao comportamento da procura no mercado do recurso, o objectivo seria verificar se o preço depende ou não do volume das capturas. Existem algumas condicionantes à sua modelização, nomeadamente, a sazonalidade da procura. Os meses de Verão, de Junho a Setembro são aqueles em que a espécie é consumida em fresco. Nos restantes meses, a maior parte da produção destina-se à indústria conserveira e residualmente para isco. Por outro lado em alguns anos existiram contratos das O.P. com a indústria conserveira, estabelecendo-se um preço fixo para a espécie em causa. Além disso, existe ainda o mecanismo de preços de retirada que pretende evitar a flutuação dos preços.

Devido a estes factores dificilmente se estabelece uma relação entre as capturas e preço da espécie.

Considera-se uma série de preços de 1987, ano após a adesão de Portugal à então C.E.E. a 1999.

Deflacionou-se a série de preços através da utilização do IPC para o continente, durante o mesmo período. Para tal transformou-se a série do IPC, num número índice tendo 1999 como ano base.

No Quadro 12 apresentam-se as séries utilizadas:

**Quadro 12 – Evolução do preço da sardinha a preços correntes e a preços constantes**

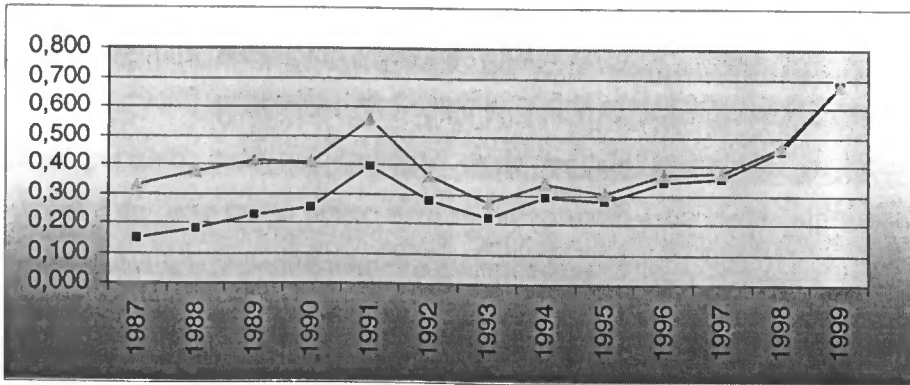
Anos	IPC	Preços Correntes	Preços Constantes
1987	44,726	29,386	65,703
1988	49,015	36,531	74,529
1989	55,274	45,509	82,333
1990	62,799	51,049	81,29
1991	70,323	78,583	111,745
1992	76,934	55,806	72,537
1993	82,068	44,434	54,144
1994	86,498	57,769	66,787
1995	90,155	55,057	61,07
1996	92,968	68,655	73,848
1997	95,148	70,901	74,517
1998	97,75	90,792	92,882
1999	100	135,403	135,403

Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Apesar de retirado o efeito do crescimento generalizado dos preços, a série de preços da sardinha denota um crescimento contínuo. Mesmo considerando a preços constantes, verifica-se uma duplicação do preço da sardinha de 1987 a 1999.

Como se pode verificar na Figura 24, o preço da sardinha denota um crescimento considerável e muito acima do IPC.

Fig. 24 – Evolução dos preços



Pela análise da Figura 24, regista-se alguns pontos altos em 1991 e 1999, e crescimentos acentuados de 1997 a 1999. Este crescimento tem tornado mais apetecível a entrada de investidores para o sector de cerco e todo o processo de reconversão da frota nos últimos anos.

Tentou-se ajustar os dados de preços e capturas a uma função de procura linear do tipo:

$$p = a - bh \quad (5.22)$$

Na qual  $p$  representa o preço da sardinha e  $h$  as capturas da mesma.

Veja-se os resultados da aplicação deste modelo linear às quantidades e aos preços deflacionados que se obtiveram anteriormente. Os resultados da estimação são os seguintes:

$$p = 25,822 - 0,00002509h$$

$$(t = 0.67) \quad (t = 0.986) \quad (5.23)$$

$$\bar{R}^2 = 0.08$$

Pelos testes verifica-se que a um nível de significância de 5% , concluí-se claramente pela não significância quer da constante quer do parâmetro b.

Por outro lado o ajustamento do modelo avaliado pelo coeficiente de correlação ajustado é quase nulo, assumindo o valor de 0,08.

Concluí-se portanto, pela total rejeição deste modelo apesar de, se saber que 13 observações é de facto muito pouco para se excluir com estes dados a possibilidade de existência de uma relação entre preços e quantidades.

Utilizou-se ainda, uma base de dados com o registo das quantidades e preços transaccionados diariamente, dado que dispõe de um elevado o número de observações, cerca de 25 145.

Embora estas observações digam respeito apenas aos anos de 1997, 1998 e 1999, pareceu preferível a sua utilização apesar de se efectuar a estimação a preços correntes, dado que a taxa de inflação esteve relativamente estável nestes três anos.

Efectuando a mesma regressão com estes dados, tanto a constante  $a$  como o variável  $h$ , apresentam-se significativas a um nível de confiança de 95%. Pela análise dos resultados, nomeadamente o teste estatístico  $t$ , concluí-se que não se pode rejeitar a significância das duas variáveis.

$$\begin{aligned}
 p &= 87.674 - 0.00143h & (5.24) \\
 (t = 144.612) & \quad (t = -20.176) \\
 \bar{R}^2 &= 0.016
 \end{aligned}$$

Mas se se observar para o ajustamento do modelo verifica-se que ele é quase nulo, com um coeficiente de correlação ajustado próximo de 0.

Portanto, dado o muito fraco ou quase nulo ajustamento dever-se-á rejeitá-lo. Se se representar a recta  $p = 87,674 - 0,00143 h$ , pode-se verificar que se obtém praticamente um preço médio constante dado que o declive é muito reduzido.

Dado que a análise dos dados não evidenciou relação significativa entre preços e quantidades de sardinha, adoptou-se a hipótese de preços constantes, tendo como finalidade a modelização bio-económica.

Após a determinação do custo variável e da assunção da hipótese de preços constantes, procede-se à determinação do estado óptimo. A diferença para o modelo da secção 2.3 está na consideração de custos fixos.

A biomassa óptima numa análise dinâmica, na qual o objectivo é a maximização do excedente de produtores e de consumidores, é dada pelo valor presente dos lucros obtidos, ou seja pela expressão:

$$PV = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} [ph - (CF + ch)] dt \quad (5.25)$$

A inclusão dos custos fixos (CF), não altera a função de oferta já conhecida no ponto da secção 2.3 e que se enuncia:

$$p = \frac{c[r(\delta K + 2h) \mp \delta \sqrt{Kr(Kr - 4h)}]}{2hq[\delta K \pm \sqrt{Kr(Kr - 4h)}]} \quad (5.26)$$

Obtendo desta expressão o valor das capturas óptimas ( $h^*$ ), pode-se obter as restantes variáveis endógenas do modelo que são a biomassa ( $x^*$ ) e o esforço de pesca ( $E^*$ ).

Considera-se um preço de referência de 107\$09, que corresponde à média aritmética do preço da sardinha vendida pelas embarcações das O.P., e um custo variável de 24600\$00 por dia de pesca, adoptou-se ainda taxa de desconto ( $\delta$ ) de 5% por ser um custo de oportunidade aceitável para os níveis actuais das taxas de juro. Determina-se o equilíbrio bio-económico considerando os parâmetros económicos supra referidos e os



parâmetros biológicos do Quadro 11 para o cenário de uma taxa de crescimento do recurso de 60%.

Dos valores referidos para os parâmetros biológicos e económicos, obteve-se primeiro que tudo as capturas óptimas( $h^*$ ), seguida das restantes variáveis endógenas do modelo, a biomassa óptima( $x^*$ ) e o esforço óptimo( $E^*$ ).

**Quadro 13 - Parâmetros biológicos e económicos do modelo**

r	0,60
q	0,00001116
K	420026881,70
p	107,09
$\delta$	0,05
c	24600,00
$h^*$	62962000,00
$x^*$	204589009,30
$E^*$	27576,08
MSY	63004032,26
Lucro*	4844971942,00

Pelo valor das capturas óptimas,  $h^*=62\,962\,000$  Kg e, pela sua comparação com a quota estipulada para as 7 O.P. -  $68\,200\,000$  kg, verifica-se que será aconselhável a redução desta quota de captura do recurso. De salientar também que o nível das capturas óptimas do ponto de vista bio-económico é inferior ao óptimo biológico (MSY). Tal como foi referido do ponto de vista teórico, o aconselhamento económico pode ser mais restritivo que o próprio aconselhamento biológico. O esforço óptimo a manter será de  $27\,576$  dias de pesca, a distribuir, pelas O.P.

O lucro obtido com o nível óptimo de capturas é também apresentado no Quadro 13. O valor é determinado considerando o custo fixo das embarcações de cada O.P. apresentado no Quadro 7. Este valor implica um valor médio para o lucro por embarcação de  $38\,149\,385$  Escudos.

Como se pode concluir pela análise do lucro global e do lucro por embarcação, a manutenção das capturas ao nível de  $h^*$  permite, ainda assim, obter um lucro bastante significativo.

Obtido o valor das capturas óptimas e do esforço óptimo para o recurso, dá-se por concluída a fase 1 da metodologia apresentada. Seguidamente desenvolve-se um modelo de programação multi-objectivo que permite auxiliar o processo de decisão distribuindo a quota fixada na fase anterior em 62 962 000 Kg pelas 7 O.P.

Considerando múltiplos objectivos e, sem o carácter arbitrário que reveste a forma da sua fixação actual, tendo apenas em conta as capturas anteriores de cada O.P., passa-se à tentativa de efectuar essa repartição.

A consideração das especificidades territoriais é sobretudo efectuada na fase 2, onde se tentam distribuir as quotas de produção e os dias de pesca pelas O.P., tendo em conta a manutenção do emprego e a necessidade de viabilizar economicamente a actividade onde se localizam cada uma das O.P.. Dentro da programação multi-objectivo utiliza-se a programação por metas, dado que se considera ser a mais adequada ao processo de decisão caracterizado pela necessidade de efectuar compromissos. Pretende-se também com a formalização deste modelo um melhor conhecimento das condicionantes económicas da actividade e o auxílio do processo de decisão através da elaboração de cenários.

Opta-se dentro da programação por metas pela formalização através do método lexicográfico. Trata-se como já foi referido no capítulo 4, da minimização dos desvios para as metas através do estabelecimento de níveis ordenados pela sua prioridade.

Dos dados obtidos acerca dos custos das embarcações, não só aqueles que são determinados em função das receitas, mas também os custos variáveis e fixos apresentados no Quadro 7, pode-se expressar o lucro das embarcações de cada O.P. pelas seguintes equações:

$$\begin{aligned}
0.243486x_1px_1z_1 - 0.0058617x_1z_1 - 5.01y_1z_1 - 4800z_1 + n_1 - p_1 &= 0 \\
0.4539115x_2px_2z_2 - 15y_2z_2 - 6357.94z_2 + n_2 - p_2 &= 0 \\
0.43x_3px_3z_3 - 20y_3z_3 - 10784.69z_3 + n_3 - p_3 &= 0 \\
0.368962x_4px_4z_4 - 10.55y_4z_4 - 13215.6z_4 + n_4 - p_4 &= 0 \\
0.338x_5px_5z_5 - 8y_5z_5 - 10043.6z_5 + n_5 - p_5 &= 0 \\
0.547x_6px_6z_6 - 4.67y_6z_6 - 6100z_6 + n_6 - p_6 &= 0 \\
0.334x_7px_7z_7 - 59.8y_7z_7 - 13112z_7 + n_7 - p_7 &= 0
\end{aligned} \tag{5.27}$$

Cada uma das 7 equações representa as receitas totais menos os custos totais. O índice  $i=1,\dots,7$ , pretende representar as O.P. A variável  $x_i$  representa as capturas efectuadas ou permitidas a cada O.P.; a variável  $p_i$  representa o preço médio a que é vendido cada Kg de sardinha; a variável  $y_i$  representa os dias de pesca por cada embarcação da respectiva O.P. e a variável  $z_i$  representa o número de embarcações em cada O.P.

Do lado esquerdo das equações e associado às receitas totais ( $x_i p x_i$ ) aparece um coeficiente que permite obter as receitas líquidas por embarcação, isto é, as receitas totais deduzidas dos custos que são determinados em função das receitas, nomeadamente as remunerações da tripulação e as comissões de vendagem ou pagas a outras entidades.

Os coeficientes associados ao número de dias de pesca em cada O.P., ou seja ao produto  $y_i z_i$ , representam os custos por dia de pesca em cada O.P.. Por último os coeficientes associados à variável  $z_i$  quando isolada representam os custos fixos por embarcação.

As variáveis  $n$  e  $p$  em cada equação são os desvios negativos ( $n$ ) e positivos ( $p$ ) face às metas. Nestas equações do lucro a meta corresponde aos lucros nulos e serão minimizados apenas os desvios negativos.

Cada equação representa o lucro em cada O.P. que será utilizado para garantir que em cada região associada à O.P. se viabilize a actividade, isto é, evitar a existência de prejuízos que poderiam significar no médio/longo prazo o abandono da actividade.

Outra equação que terá de figurar no modelo será a que garantirá que as capturas não vão ultrapassar as capturas óptimas determinadas na fase 1, isto é:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + n_8 - p_8 = 62962000 \quad (5.28)$$

A variável  $x_i$ , representa a quota de capturas para cada O.P.. A soma das quotas das 7 organizações não poderá superar a quota nacional determinada na fase 1 e que corresponde a 62 962 000 Kg. Em última análise são os valores de  $x_i$  que se pretende determinar. Na equação figuram também o desvio negativo ( $n_8$ ) e o desvio positivo ( $p_8$ ); serão minimizados os desvios negativos e positivos.

Dado que se determinou o esforço óptimo a realizar, na fase 1 da metodologia, deve-se também colocá-lo como meta a atingir no modelo de programação por metas, o que poderá ser formalizado da seguinte forma:

$$z_1y_1 + z_2y_2 + z_3y_3 + z_4y_4 + z_5y_5 + z_6y_6 + z_7y_7 + n_9 - p_9 = 27576 \quad (5.29)$$

Conhecido o número médio de tripulantes apresentado no Quadro 4, pode-se formalizar o objectivo de manutenção do emprego pelas seguintes equações:

$$\begin{aligned} 15z_1 + n_{10} - p_{10} &= 255 \\ 14z_2 + n_{11} - p_{11} &= 266 \\ 17z_3 + n_{12} - p_{12} &= 187 \\ 22z_4 + n_{13} - p_{13} &= 198 \\ 18z_5 + n_{14} - p_{14} &= 396 \\ 23z_1 + n_{15} - p_{15} &= 276 \\ 21z_7 + n_{16} - p_{16} &= 777 \end{aligned} \quad (5.30)$$

Como forma de relacionar as capturas com os dias de pesca partiu-se dos dados das capturas e esforço máximo permitido em 1999 e determinou-se com base nesses valores as CPUE em cada O.P., o que permite ter um indicador de eficiência em cada uma delas. Este raciocínio traduz-se nas seguintes equações:

$$\begin{aligned}
x_1 &= 2616y_1 \\
x_2 &= 3473.264y_2 \\
x_3 &= 2887.9364y_3 \\
x_4 &= 2756.92y_4 \\
x_5 &= 1751.74y_5 \\
x_6 &= 3380.43y_6 \\
x_7 &= 3354.954y_7
\end{aligned} \tag{5.31}$$

Inclui-se um bloco de equações rígidas, não permitindo a atribuição a cada O.P. de um número de dias de pesca superior a 365, isto é, equações do tipo  $y_i < 365$ .

Representando todos os blocos já referidos e a função objectivo do modelo, passa-se à formalização completa do mesmo:

$$Min(n_8 + p_8 + p_9, n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7, n_{10} + n_{11} + n_{12} + n_{13} + n_{14} + n_{15} + n_{16})$$

s.a.

$$\begin{aligned}
0.243486x_1px_1z_1 - 0.0058617x_1z_1 - 5.01y_1z_1 - 4800z_1 + n_1 - p_1 &= 0 \\
0.4539115x_2px_2z_2 - 15y_2z_2 - 6357.94z_2 + n_2 - p_2 &= 0 \\
0.43x_3px_3z_3 - 20y_3z_3 - 10784.69z_3 + n_3 - p_3 &= 0 \\
0.368962x_4px_4z_4 - 10.55y_4z_4 - 13215.6z_4 + n_4 - p_4 &= 0 \\
0.338x_5px_5z_5 - 8y_5z_5 - 10043.6z_5 + n_5 - p_5 &= 0 \\
0.547x_6px_6z_6 - 4.67y_6z_6 - 6100z_6 + n_6 - p_6 &= 0 \\
0.334x_7px_7z_7 - 59.8y_7z_7 - 13112z_7 + n_7 - p_7 &= 0 \\
x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + n_8 - p_8 &= 62962000 \\
z_1y_1 + z_2y_2 + z_3y_3 + z_4y_4 + z_5y_5 + z_6y_6 + z_7y_7 + n_9 - p_9 &= 27576 \\
15z_1 + n_{10} - p_{10} &= 255 \\
14z_2 + n_{11} - p_{11} &= 266 \\
17z_3 + n_{12} - p_{12} &= 187 \\
22z_4 + n_{13} - p_{13} &= 198 \\
18z_5 + n_{14} - p_{14} &= 396 \\
23z_1 + n_{15} - p_{15} &= 276 \\
21z_7 + n_{16} - p_{16} &= 777
\end{aligned} \tag{5.32}$$

$$\begin{aligned}
x_1 &= 2616y_1 \\
x_2 &= 3473.264y_2 \\
x_3 &= 2887.9364y_3 \\
x_4 &= 2756.92y_4 \\
x_5 &= 1751.74y_5 \\
x_6 &= 3380.43y_6 \\
x_7 &= 3354.954y_7 \\
y_1 &\leq 365 \\
y_2 &\leq 365 \\
y_3 &\leq 365 \\
y_4 &\leq 365 \\
y_5 &\leq 365 \\
y_6 &\leq 365 \\
y_7 &\leq 365 \\
n_i &\geq 0 ; p_i \geq 0 ; x_i \geq 0 ; y_i \geq 0 ; z_i \geq 0
\end{aligned}$$

Na função objectivo estão estabelecidos três níveis de prioridades: no nível 1 minimiza-se os desvios  $n_8$ ,  $p_8$  e  $p_9$ , ou seja, são penalizados os valores para as variáveis que permitam que a quota nacional ultrapasse a meta estabelecida, assim como, valores que façam ultrapassar os limites de dias de pesca estabelecidos como meta. No nível dois minimizam-se os desvios negativos nas metas para o lucro, isto é, apenas se penaliza o valor das variáveis que tenha como consequência prejuízos para as embarcações de cada O.P. Num terceiro nível são minimizados os desvios negativos para as metas do emprego, isto é, penaliza-se o número de embarcações que não permita a manutenção do emprego actual.

Observando-se as equações do modelo verifica-se que contêm produtos e rácios de variáveis de decisão, o que o torna o modelo não linear nas restrições. As consequências são as da necessidade de resolução através de outros algoritmos que não o Simplex que resolve problemas de programação por metas lineares. Outra das consequências é a de não existir garantias de um óptimo global para o modelo.

Nestas condições, tentou-se colocar o modelo numa forma linear que garanta a optimalidade da solução. Começou-se pela tentativa de eliminar os produtos entre variáveis de decisão o que pode ser efectuado, primeiro que tudo, substituindo a relação entre capturas e esforço no bloco de equações do lucro. Pode-se também, embora

tornando o modelo bastante mais elementar, eliminar uma das variáveis - o número de embarcações ( $z_i$ ), variável que caso seja necessário pode-se fazer variar com cenários de acréscimo ou decréscimo do número de embarcações.

Como resultado destas simplificações obtém-se um modelo com uma variável de decisão e dois níveis de prioridade.

$$\text{Min}(n_8 + p_8 + p_9, n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7)$$

s.a.

$$1145.031y_1 + n_1 - p_1 = 81600$$

$$2960.808y_2 + n_2 - p_2 = 120800.86$$

$$1390.389y_3 + n_3 - p_3 = 118631.59$$

$$1142.865y_4 + n_4 - p_4 = 118940.4$$

(5.33)

$$1578.8388y_5 + n_5 - p_5 = 220959.2$$

$$2219.412y_6 + n_6 - p_6 = 73200$$

$$1778.257y_7 + n_7 - p_7 = 485144$$

$$44472y_1 + 65991.944y_2 + 31767.296y_3 + 24812.28y_4 + 38537.4y_5 + 74369.46y_6 + 124133.15y_7 + n_8 - p_8 = 62962000$$

$$+ n_8 - p_8 = 62962000$$

$$17y_1 + 19y_2 + 11y_3 + 9y_4 + 22y_5 + 12y_6 + 37y_7 + n_9 - p_9 = 27576$$

$$y_1 \leq 365$$

$$y_2 \leq 365$$

$$y_3 \leq 365$$

$$y_4 \leq 365$$

$$y_5 \leq 365$$

$$y_6 \leq 365$$

$$y_7 \leq 365$$

$$n_i \geq 0 ; p_i \geq 0 ; x_i \geq 0 ; y_i \geq 0 ; z_i \geq 0$$

Para a optimização através desta formalização do modelo pode-se utilizar o algoritmo Simplex. Como se pode observar o modelo é linear tanto na função objectivo como nas restrições. Com a sua optimização vamos obtém-se valores para a variável de decisão  $y_i$  (os dias de pesca por embarcação). Obtidos os valores para cada O.P. pode-se facilmente obter a variável  $x_i$  multiplicando  $y_i$  pelas CPUE.

É no entanto evidente que, desta passagem do modelo com três variáveis de decisão para uma variável de decisão perdem-se algumas das suas potencialidades,

nomeadamente, a possibilidade de obtenção do número óptimo de embarcações. Pode-se no entanto, estabelecer cenários com diferente número de embarcações a operar em cada O.P..

A resolução do modelo foi efectuada por intermédio do software Lindo, através do qual se obteve uma solução óptima na sétima iteração. A solução óptima corresponde aos valores apresentados no Quadro 14.

**Quadro 14 - Dias óptimos de pesca por embarcação**

SESIBAL	$y_1$	71
BARLAPESCAS	$y_2$	193
COOPALGARVIA	$y_3$	85
FENACOOPESCAS	$y_4$	104
OPCENTRO	$y_5$	140
APROPESCA	$y_6$	33
PROPEIXE	$y_7$	272

Para a solução óptima obteve-se os desvios para as metas que constam do Quadro 15:

**Quadro 15 - Desvios do modelo de programação por metas**

$n_1$	0	$n_8$	0	$p_6$	0
$n_2$	0	$n_9$	7238,48	$p_7$	0
$n_3$	0	$p_1$	0	$p_8$	0
$n_4$	0	$p_2$	452940,718	$p_9$	0
$n_5$	0	$p_3$	0		
$n_6$	0	$p_4$	0		
$n_7$	0	$p_5$	0		

A prioridade 1 do modelo de programação por metas corresponde à minimização dos desvios  $n_8$ ,  $p_8$  e  $p_9$ . Todos estes desvios são nulos tendo o objectivo sido plenamente atingido. O desvio  $n_9$  correspondente à meta de 27 576 dias de pesca assumindo o valor de 7238.48, o que significa que não foram utilizados todos os dias de pesca possíveis. Tal deve-se não só ao facto de a meta pretendida para as capturas restringir os dias de pesca, mas também ao facto da meta de lucros nulos ser atingida com menos dias de pesca. À excepção do desvio  $p_2$  correspondente à BARLAPESCAS que assumiu o valor



de 452 940,718, todos os desvios para as metas do lucro assumiram valores nulos. No caso da BARLAPESCAS o desvio assumiu o valor de 452 940,718 o que significa que na solução óptima a meta é superada neste montante.

Os valores apresentados para a variável  $y_i$  são arredondados à unidade. Foi utilizada programação inteira na tentativa de obtenção de valores inteiros para as variáveis. No entanto, esta optimização não produziu uma solução óptima dada a dificuldade de obtenção do valor exacto das metas. Optou-se pois, pela utilização de variável contínua após o que se efectuou o arredondamento à unidade da respectiva solução óptima.

No sentido de auxiliar o processo de decisão foram estabelecidos três cenários através do modelo de programação por metas:

- Cenário A – Manutenção da frota actual e do emprego
- Cenário B – Redução de 10% na frota
- Cenário C – Acréscimo de 10% na frota

O cenário A é o mais provável, dada a dificuldade de implementar políticas de redução da frota e os problemas sociais daí resultantes. A solução passa geralmente por não permitir acréscimos na frota e pela redução dos dias de pesca.

**Quadro 16 – Cenário A, Quota para cada O.P.**

	Dias de Pesca por Embarcação	Dias de Pesca por O.P.	CPUE	Quota por O.P(Kg)
SESIBAL	71	1207	2616	3157512
BARLAPESCAS	193	3667	3473,264	12736459,09
COOPALGARVIA	85	935	2887,936	2700220,534
FENACOOPECAS	104	936	2756,92	2580477,12
OPCENTRO	140	3080	1751,74	5395359,2
APROPESCA	33	396	3380,43	1338650,28
PROPEIXE	272	10064	3354,95	33764216,8
Total	898	20285	20221,24	61672895,02

Obtidos os valores óptimos para os dias de pesca em cada O.P., pode-se obter para o número de embarcações do cenário A, o número total de dias em cada O.P.. Estes

últimos multiplicados pelas capturas por unidade de esforço permite determinar a quota de produção em cada O.P. Obteve-se assim a distribuição da quota nacional determinada na fase 1, para o cenário de manutenção do número de embarcações e logo do emprego. De salientar que o total das quotas de produção é de 61 672 895 Kg, valor abaixo dos 62 962 000 Kg da quota a distribuir. Esta diferença deve-se ao arredondamento à unidade efectuado para os dias de pesca.

O Quadro 17 seguinte mostra a frota de cada O.P. nos três cenários, tendo sido os valores arredondados para a unidade.

**Quadro 17 – Frota das O.P. para os três cenários**

O.P.	A	B	C
SESIBAL	17	14	20
BARLAPESCAS	19	15	23
COOPALGARVIA	11	9	13
FENACOOPESCAS	9	7	11
OPCENTRO	22	18	26
APROPESCA	12	10	14
PROPEIXE	37	30	44
Total	127	103	152

Os acréscimos e decréscimos na frota implicam proporcionalmente, os mesmos efeitos sobre o emprego desde que se mantenha o número médio de tripulantes por embarcação. No entanto, com as restrições actuais para o recurso parece desaconselhado por um lado, qualquer acréscimo da frota. Por outro lado, os decréscimos na frota dadas as implicações sociais deverão ser evitados e serão neste caso desnecessários. O cumprimento da quota nacional para o recurso apenas exige a redução dos dias de pesca, e essa redução pode ser conseguida sem inviabilizar economicamente a actividade.

Compare-se agora considerando o cenário A, a política actual de gestão do recurso que limita em 180 dias de pesca a actividade (cenário A1), com a solução óptima obtida com o modelo de programação por metas (cenárioA2). Parte-se do princípio que os dias de pesca são totalmente utilizados pelas embarcações.

**Quadro 18 – Lucro nas O.P. com distribuição óptima dos dias de pesca e com a política actual**

O.P.	A1	A2
SESIBAL	124505,58	-302,799
BARLAPESCAS	412090,58	453537,692
COOPALGARVIA	131638,43	-448,525
FENACOOPESCAS	86775,3	-82,44
OPCENTRO	63231,784	78,232
APROPESCA	326294,16	40,596
PROPEIXE	-165057,74	320,161
Total	979478,094	453142,917

Como se pode verificar pelo Quadro 15, com a política actual de gestão do recurso que fixa um limite de 180 dias de pesca as embarcações em cada O.P., apenas as embarcações da PROPEIXE obtêm prejuízo, todas as outras obtêm lucros. A justificação estará na estrutura de custos das embarcações da mesma, com custos variáveis e fixos bastante elevados face às restantes, o que poderá traduzir a necessidade de reconversão da frota. O acréscimo de dias de pesca a permitir nesta O.P., passando de 180 para 272 dias por embarcação possibilitaria equilibrar as receitas totais com as suas despesas totais. A experiência dos agentes desta actividade mostra no entanto que, por um lado, as condições climatéricas desincentivam um número tão elevado de dias de pesca e, por outro, o estado do recurso parece não aconselhar esse aumento do esforço. A solução poderia passar pela modernização da frota que a permita operar com custos mais reduzidos.

Quanto à situação das restantes O.P., dado que a redução das capturas obriga a uma redução do esforço de pesca, em praticamente todas elas existe uma redução do lucro. Os valores negativos resultam apenas do arredondamento dos dias de pesca pelo que, a solução óptima possibilita a obtenção de lucros nulos a todas as O.P., à excepção da BARLAPESCAS que dada a vantagem competitiva que constitui a sua estrutura de custos é beneficiada com um acréscimo de dias de pesca de 180 para 193.

Quanto ao cenário B, considerando a redução em todas as O.P de 10% das embarcações, a solução óptima obtida pelo modelo de programação por metas é a indicada no Quadro 19.

Quadro 19 – Cenário B, Quota para cada O.P.

O.P.	Dias de Pesca por Embarcação	Dias de Pesca por O.P.	CPUE	Quota por O.P(Kg)
SESIBAL	365	5110	2616,00	13367760,00
BARLAPESCAS	40	600	3473,26	2083958,40
COOPALGARVIA	85	765	2887,94	2209271,35
FENACOOPESCAS	104	728	2756,92	2007037,76
OPCENTRO	170	3060	1751,74	5360324,40
APROPESCA	33	330	3380,43	1115541,90
PROPEIXE	365	10950	3354,95	36736702,50
Total	1162	21543	20221,24	62880596,31

Como consequência da redução das embarcações de forma homogênea algumas das O.P. necessitam da atribuição de um maior número de dias de pesca por embarcação. É o caso da SESIBAL e da PROPEIXE, cuja atribuição ótima de dias de pesca é de 365 dias, valor impossível de atingir devido às próprias condições climáticas. A distribuição ótima apresentada mostra claramente que a redução de embarcações a operar na mesma proporção em todas as O.P. não será a melhor solução. Deverá ser dada prioridade à redução e reconversão das embarcações nas O.P. com estruturas de custo menos competitivas.

Através da aplicação desta metodologia e recordando às duas fases, deve-se tecer as seguintes conclusões que se pensa serem úteis ao processo de decisão:

- mesmo admitindo uma taxa de crescimento de 60% para a sardinha, torna-se indispensável a redução da quota nacional estabelecida para as 7 O.P.. Ainda mais urgente, quando sabemos que as 127 embarcações em actividade em 1999 não constituem a totalidade das embarcações a capturar sardinha, pelo que a redução deverá ser dos 68 200 000 Kg para valores próximos dos 62 962 000 Kg;
- deverão ser mantidas restrições aos *inputs*, isto é, apenas aceitar licenças das embarcações em actividade e limitar a sua reconversão, sempre que possível, às características físicas das embarcações que têm como consequência um aumento das capturas;

- limitar além do número de embarcações a licenciar, como já é efectuado, o número de dias de pesca, operando uma redução aos actuais 180 dias permitidos, aumentando também o controle sobre o seu efectivo cumprimento;
- a distribuição dos dias de pesca que cabe a cada embarcação, deve ser efectuada por cada O.P. mediante planos de produção elaborados com a devida antecedência;
- pela análise da estrutura de custos das O.P. verifica-se que, o peso dos custos variáveis é reduzido face aos custos fixos, daí que a tendência dos armadores seja a de aumentar o esforço de pesca mesmo quando existe escassez do recurso. Dado que, como sustenta a teoria microeconomica no curto prazo uma empresa deverá continuar a operar mesmo com prejuízo sempre que o preço cubra os custos variáveis médios. Tendo atenção este facto, considera-se da maior importância a limitação dos dias de pesca;
- quanto à distribuição da quota nacional pelas O.P., ela deverá ser alterada face ao ano de 1999, passando a figurar a distribuição do Quadro 20, tendo em conta os objectivos de diminuição das capturas, a viabilidade das O.P. e suas embarcações, e a manutenção da frota actual e do respectivo emprego:

**Quadro 20 – Quotas a adoptar para cada O.P.**

Unidade: Kg

O.P.	Quota em 1999	Quota por O.P.(distrib.óptima)
SESIBAL	9500000	3157512
BARLAPESCAS	9100000	12736459
COOPALGARVIA	6400000	2700221
FENACOOPESCAS	5600000	2580477
OPCENTRO	7600000	5395359
APROPESCA	6500000	1338650
PROPEIXE	2350000	33764217
<b>Total</b>	<b>6820000</b>	<b>61672895</b>

- da distribuição de quotas através do modelo de programação por metas, resulta claramente um benefício para as O.P. que obtêm menos lucro. Face à política actual, é atribuída maior quota de produção às O.P. que, dada a sua estrutura de custos têm dificuldades em viabilizar a actividade das suas embarcações. Esta política de penalização dos mais eficientes e benefício dos menos eficientes, é ocasionada pela necessidade de no curto prazo, viabilizar a actividade das embarcações mantendo o emprego. Sem prejuízo desta política deverá ser adoptada uma política paralela de reconversão da frota, com prioridade às embarcações menos eficientes, tal como já foi sugerido.

## Conclusão

A política de gestão dos recursos da pesca deve ser auxiliada por instrumentos de análise e apoio à decisão, devendo os mesmos resultar de um trabalho multidisciplinar. Dadas as características biológicas dos recursos da pesca existe a necessidade de ter subjacente um modelo biológico. Atendendo à carência de informação biológica os modelos de excedente de produção continuam a ser uma alternativa face aos modelos que incluem informação acerca da estrutura da população.

Os recursos da pesca são renováveis, de propriedade comum e o processo da sua exploração gera externalidades. O facto de não se estabelecerem direitos de propriedade influencia decisivamente o comportamento na exploração dos recursos, e está estreitamente relacionado com a sobreexploração dos mesmos.

O regime de livre acesso aos recursos associado à concorrência conduz a soluções não optimais na utilização dos recursos, resultando em soluções de equilíbrio no mercado que implicam sobreutilização dos mesmos.

Os modelos bio-económicos, aconselham níveis de exploração dos recursos da pesca inferiores aos evidenciados do ponto de vista exclusivamente biológico, através do conceito de máxima produção sustentada (MSY).

A gestão dos recursos da pesca não é apenas um problema de escolha intertemporal; a consideração da variável espaço é fundamental quer numa perspectiva biológica quer numa perspectiva sócio-económica.

A consideração da variável espaço, no âmbito de uma política de gestão dos recursos da pesca, tem deparado com limitações quer do ponto de vista da Biologia, quer da Economia. Estas duas ciências terão, necessariamente, de desenvolver esforços científicos, de forma a que seja possível do ponto de vista biológico e económico efectuar uma gestão territorial dos recursos. Uma das principais fontes de conflito na política de gestão dos recursos da pesca, resulta da não consideração das especificidades locais, quer do ponto de vista biológico quer do ponto de vista económico. Pelo que, daí resulta uma aplicação uniforme dos instrumentos de política de gestão dos recursos,

culminando na reduzida cooperação dos agentes económicos na prossecução dos objectivos.

A consideração da variável espaço na modelização bio-económica necessita da compatibilização entre a geografia do recurso e a geografia da actividade económica. Foi estudado o caso de vários *stocks*, explorados em determinado território correspondendo a diferentes funções de crescimento para o recurso. Deste modo, a determinação de quantidades óptimas de captura para cada região é compatibilizada com a totalidade do território. Abordou-se ainda a possibilidade de um só *stock* com diferentes estruturas de custo na exploração do mesmo.

Qualquer modelo bio-económico terá de ter subjacente um modelo biológico. Se esse modelo não puder reflectir as diferenças espaciais, a bio-economia não poderá ser um instrumento exclusivo de análise e de apoio à decisão numa gestão territorial do recurso.

A política de gestão dos recursos da pesca está sujeita a múltiplos objectivos relacionados com a eficiência económica ou de carácter distributivo. Na prossecução dos mesmos dever-se-á utilizar instrumentos de forma complementar. É ao nível dos territórios que se evidenciam os conflitos entre objectivos e as inconsistências na utilização dos instrumentos.

A integração da variável espaço neste contexto, terá de passar por outro instrumento de análise e de apoio à decisão, que após a determinação do nível óptimo de exploração do *stock*, possibilite a distribuição dos direitos de pesca, tendo em conta as suas incidências territoriais.

A aplicação de modelos de programação multi-objectivo poderá contribuir para a afectação de direitos de pesca considerando as incidências territoriais. A programação por metas destaca-se pela sua adaptabilidade ao problema da gestão de recursos da pesca. Dada a necessidade de estabelecer compromissos na obtenção de determinadas metas fixadas para os objectivos. A modelização multi-nível poderá ser utilizada quando os conflitos entre unidades de decisão (países ou regiões) são bastante pronunciados e especialmente no caso de descentralização do processo de decisão.



A utilização de modelos de excedente de produção e a respectiva modelização bio-económica, da forma exposta poderá ser um instrumento de análise e de apoio à decisão, no caso de espécies com reduzida informação biológica. O modelo aplicado mostrou as suas limitações na determinação dos parâmetros biológicos, quer pela ausência de significância de uma das variáveis, quer pelo ajustamento global do mesmo. A principal limitação da modelização bio-económica consistiu na necessidade de cenarizar a taxa de crescimento do *stock* e de considerar um nível de 60% para a mesma.

Na aplicação prática efectuada à gestão da sardinha em território nacional, pode-se concluir, através da modelização bio-económica, pela necessidade de redução da quota de capturas fixada para as O.P. em 1999, em cerca de 8%.

Pela aplicação do modelo de programação por metas, e considerando o cenário de manutenção do emprego, chegou-se a uma distribuição óptima da quota nacional pelas O.P. substancialmente diferente da efectuada pela actual política de gestão do recurso. Da distribuição óptima obtida para as O.P., destaca-se a necessidade de transferir quotas de produção entre as O.P. de forma a viabilizar a actividade salvaguardando o emprego.

Futuros desenvolvimentos deste trabalho deverão ser orientados no sentido da integração de modelos bio-económicos com os modelos de programação multi-objectivo, nestes últimos deverão ser explicitados objectivos económicos que expressem as diferenças territoriais na exploração do recurso, nomeadamente as diferentes estruturas de custo e procuras regionais.

## Bibliografia

- Alves, Manuel B. V. (1986), *Descentralização e Interdependência Espacial de Processos de Decisão*, Tese de Doutoramento em Economia, ISEG, Lisboa, policopiado.
- Charles, A.T. (1989), "Bio-socio-economic Fishery Models: Labour Dynamics and Multi-objective Management", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 46(8), 1313-1322.
- Clark, C.W. (1990), *Mathematical Bioeconomics: the Optimal Management of Renewable Resources*, New York, John Wiley & Sons.
- Clark, C.W.; G. Munro (1975), "The Economics of Fishing and Modern Capital Theory: A Simplified Approach", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol.2(2), 92-106.
- Clarke, R. P.; S. S. Yoshimoto; S. G. Pooley (1992), "A Bioeconomic Analysis of the North-Western Hawaiian Islands Lobster Fishery", *Marine Resource Economics*, 7, 115-140.
- Coelho, Manuel F. P. (1989), *Gestão e Conservação dos Recursos da Pesca*, Tese de Mestrado em Economia, ISEG, Lisboa, policopiado.
- Commission of the European Communities DGXIV/C/1 (2000), *Estudio Bio-Socioeconómico de las Pesquerías de Sardina y Boquerón en la Región Suratlántica Ibérica (ICES IXA)*. Ref. N.º.97/SE/005, Bruxelas.
- Cohon, J.L.; Marks D.H. (1975), "A Review and Evaluation of Multiobjective Programming Techniques", *Water Resources Research*, 11(2), 208-220.
- Dasgupta, P.S.; G. M. Heal (1979), *Economic Theory and Exhaustible Resources*, Cambridge University Press.
- DGPA (1999), *Recursos da Pesca*, Série Estatística vol.11A-B, Lisboa, DGPA.
- DGPA (2000), *Datapescas*, n.º48, Lisboa, DGPA.
- Diaz de Leon A.J.; Seijo J. C. (1992), "A Multi-criteria Non-Linear Optimization Model for the Control and Management of a Tropical Fishery", *Marine Resource Economics*, 7(2), 23-40.
- Duarte, M.C. (1986), *Modelo Aplicado à Gestão de Recursos Renováveis: Stock Comum e Mercados Não Integrados*, Tese de Doutoramento em Economia, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Economia, Lisboa, policopiado.
- Fox, W. J. Jr. (1970), "An Exponential Surplus Yield Model for Optimising Exploited Fish Populations", *Transactions of the American Fisheries Society*, 99(1), 80-88.

- Gordon, H.S. (1954), "The Economic Theory of a Common Property Resource: the Fishery", *Journal of Political Economy*, 62, 124-142.
- Hanley, Nick; Jason F. Shogren; Ben White (1997), *Environmental Economics in Theory and Practice*, London, Macmillan Press Ltd.
- Hannesson R. (1993), *Bioeconomic Analysis of Fisheries*, UK, Fishing News Books.
- Hartwick, J.M.; N.D. Olewiler (1986), *The Economics of Natural Resource Use*, Harper Collins Publishers.
- Hilborn, R.; Walters C.J. (1977), "Differing Goals of Salmon Management on the Skeena River", *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34(1), 64-72.
- Ignizio, J. P.; Cavalier T.M. (1994), *Linear Programming*, USA, Prentice Hall.
- Instituto Nacional de Estatística; Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura (1998), *Pescas em Portugal: 1986-1996*, Lisboa, INE.
- Keeney R.L. (1977), "A Utility Function for Examining Policy Affecting Salmon on the Skeena River", *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34(1), 49-63.
- Lopes, R.J. (1985), *L'Économie des Ressources Renouvelables*, Paris, ed. Económica.
- Mardle, S.; S.Pascoe (1997), "A Review of Applications to Fisheries Using Multi-Objective Programming Techniques", Research paper 117, Portsmouth, CEMARE.
- Martínez, M. A. López (2000), *Bioeconomia. Teoria y Política Pesquera*, UCA, Espanha.
- Meuriot E.; J. M. Gates (1983), Fishing Allocations and Optimal Fees: A Single and Multilevel Programming Analysis, *American Journal of Agricultural Economics*, 65(Novembro), 711-721.
- Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Portaria nº281-B/97, de 30 de Abril. Diário da Republica - I, série B, nº100, 1994.
- Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Portaria nº376/98, de 1 de Julho. Diário da Republica - I, série B, nº149, 2935-2936.
- Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Portaria nº147-B/99, de 2 de Março. Diário da Republica - I, série B, nº100, 1190.
- Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Portaria nº677/99, de 23 de Agosto. Diário da Republica - I, série B, nº100, 5623.

- Onal H. (1996), Optimum Management of a Hierarchically Exploited Open Access Resource: A Multilevel Optimization Approach, *American Journal of Agricultural Economics*, 78(Maio), 448-459.
- Padilla J.E.; Copes P. (1994), Bioeconomic Analysis of Management Options for Tropical Fisheries Using a Bicriteria Programming Model, *Marine resource Economics*, 9(1), 47-66.
- Pascoe, S.; M Dunn; C. Ulrich (1998), Biological and Bioeconomic Modelling in Fisheries: A Review, Miscellaneous Publication 43, Portsmouth, CEMARE.
- Pascoe, S., Tamiz M.; Jones D. F. (1997), Multi-objective Modelling of the UK Fisheries of the English Channel, Research Paper 113, Portsmouth, CEMARE.
- Pauly, D. (1984), Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use With Programmable Calculators, ICLARM Stud. Ver., 8.
- Placenti, V. Rizzo; M. Spagnolo (1992), A Bioeconomic Model for the Optimisation of a Multi-species, Multi-gear Fishery: the Italian Case, *Marine Resource Economics* 7(4), 275-295.
- Regulamento(CEE) nº101/76 do conselho, de 19 de Janeiro; Jornal Oficial das Comunidades Europeias série L nº 20 de 28.1.76, p.19.
- Regulamento(CEE) nº3760/92 do conselho, de 20 de Dezembro, Jornal Oficial das Comunidades Europeias série L nº389 de 31.12.92, p.1.
- Ricker, W. E. (1975), Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations, *Bulletin of the fisheries Research Board of Canada*, 11.
- Rietveld, P. (1980), *Multi-objective Decisions Methods and Regional Planning*, eds.Ake Andersson e Walter Isard, Studies in Regional Science and Urban Economics, Vol.7, Amesterdão, North-Holland.
- Romero, Carlos (1991), *Handbook of Critical Issues in Goal Programming*, Pergamon Press.
- Schaefer, M.B. (1954), Some Aspects of the Dynamics of Populations Important to the Management of the Commercial Marine Fisheries, *Bulletin of the inter-American Tropical Tuna Commission*, 1 (2), 26-52.
- Schaefer, M.B. (1957), Some Considerations of Population Dynamics and Economics in Relation to the Management of Marine Fisheries. *Journal of fisheries Research Board of Canada*, 14, 669-681.
- Schaefer, M.B. (1957), A Study of the Dynamics of the Fishery for Yellowfin Tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Bulletin of the Inter-American tropical Tuna Commission*, 2 , 247-285.

- Schnute, J. (1977), Improved Estimates From the Schaefer Production Model: Theoretical Considerations, *Journal of the fisheries Research Board of Canada* 34(5), 583-603.
- Smith, V.L. (1969), On Models of Commercial Fishing, *Journal of Political Economy*, vol.77, nº2, 181-198.
- Siebert, Horst (1985), Spatial Aspects of Environmental Economics, in *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, vol.I, eds.Kneese, A.V. e Sweeney, J., Amesterdão, North-Holland, 61-124.
- Sylvia, G.; Enriquez R.R. (1994), Multi-Objective Bioeconomic Analysis: an Application to the Pacific Whiting Fishery, *Marine Resource Economics*, 9(4), 311-329.
- Stollery, K. (1993), Incentives and Optimal Fishing Quotas with Centralized and Decentralized Management, Research Paper 62, Portsmouth, CEMARE.
- Tamiz, M.; D.F.Jones; E.El-Darzi (1995), A Review of Goal Programming and its Applications, *Annals of operations Research*, 58, 39-53.
- Turvey, R. (1964), Optimization in Fishery Regulation, *American Economic Review*, 54, 64-76.
- Witmarsh, D. (1998), Socioeconomic Implications of Alternative Fisheries Management Strategies, CEMARE Res. paper 133, presented at the Vilamoura International Meeting on Fisheries, 3-4 Novembro, Vilamoura, Portugal.
- Vicente, Duarte N. S. (1996), *Fileira das Pescas Inovação e Competitividade*, Tese de Mestrado em Economia e Gestão da Ciência e Tecnologia, ISEG, Lisboa, policopiado.
- Wilén, J. (1985), Bioeconomics of Renewable Resource Use, in *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, vol.I, eds.Kneese, A.V. e Sweeney, J., Amesterdão North-Holland, 61-124.

## Anexo I

## **ENTREVISTA**

Para efeitos da realização de uma tese de mestrado, pretendo obter da organização de produtores a que preside, a informação que passo a discriminar:

- 1) Características de cada embarcação associada(CFF, TAB e HP) e o número de tripulantes;**
- 2) Mapas do plano de acção para a sardinha de 1997 a 1999;, com as capturas e esforço de pesca por embarcação;**
- 3) Despesas com a embarcação e com a tripulação.**

Nas despesas do ponto 3) passamos a indicar as rubricas que gostaríamos de ver discriminadas, os valores devem ser em termos médios por embarcação:

### **3.1) Despesas com a Embarcação:**

- Valor de aquisição da embarcação;
- Seguro da Embarcação;
- Seguro da tripulação;
- Amortização;
- Reparações;
- Reposição de redes;
- Licença.

### **3.2) Despesas com a Embarcação por maré:**

- Combustível;
- Lubrificantes;
- Gelo.

### **3.3) Remunerações da Tripulação:**

- Mestre
- Contramestre

- Motorista
- Ajudante de Motorista
- Encarregado da aberta
- Mestre Terra
- Remendador
- Chateiros
- Popeiro
- Pescador

#### **3.4) Remunerações Fixas**

- Subsidio de natal;
- Subsidio de férias;
- Estimulo de pesca;
- Remunerações no caso de paragem;
- Viveres e transporte.



## Anexo II

Meses	Capturas(Kg)	Esforço(Dias)
JUL	10247399,3	3674
AGO	19173407,6	3291
SET	10425872,2	3028
OUT	10147295,6	2537
NOV	4623425,8	981
DEZ	6417518,7	1238
JAN	4316452,6	1291
FEV	3574373,8	1076
MAR	3254937,9	1497
ABR	4199361,6	1376
MAI	5044705,9	2089
JUN	5852666,5	2752
JUL	8574213,7	3879
AGO	9859534,9	3457
SET	9503471,4	2426
OUT	11867865,6	2976
NOV	9520845,1	2517
DEZ	5813633,2	1522
JAN	3643459,9	1349
FEV	2092397,8	1097
MAR	2624362,4	1314
ABR	3430869,1	1453
MAI	4407854,8	2100
JUN	6463661,2	2831
JUL	8635180,3	3401
AGO	8603580,8	3302
SET	9146832,8	2801
OUT	8001443,2	2148
NOV	6279854,4	2019
DEZ	5289089,5	1760

## Anexo III

Meses	Barlapescas		Coopalgarvia		Algarve	
	Capturas(Kg)	Esforço(Dias)	Capturas(Kg)	Esforço(Dias)	Capturas(Kg)	Esforço(Dias)
JAN	441366	68	218273	101	659639	169
FEV	302426	87	324719	212	627145	299
MAR	173696	81	397899	192	571595	273
ABR	605827	125	630671	216	1236498	341
MAI	865313	113	706994	217	1572307	330
JUN	823590	132	487319	142	1310909	274
JUL	1029663	169	870028	172	1899691	341
AGO	1080771	150	836249	181	1917020	331
SET	794885,5	120	1091931	172	1886816,5	292
OUT	240671,5	120	566482	169	807153,5	289
NOV	656117,5	102	410351	117	1066468,5	219
DEZ	755143	97	711417	79	1466560	176
JAN	421113,4	122	440068	105	861181,4	227
FEV	315673,2	66	219458	78	535131,2	144
MAR	417605	151	514008	131	931613	282
ABR	512960,1	107	803903	175	1316863,1	282
MAI	558734,5	137	641607	178	1200341,5	315
JUN	517332,5	180	508951	144	1026283,5	324
JUL	1099884,4	250	1164352	210	2264236,4	460
AGO	1100975,2	207	663963	172	1764938,2	379
SET	556530,3	163	815012	163	1371542,3	326
OUT	403949,2	157	547293	189	951242,2	346
NOV	429950,9	144	457271	170	887221,9	314
DEZ	426841	144	301397	122	728238	266
JAN	427741,8	127	307819	117	735560,8	244
FEV	439317,5	146	107003	121	546320,5	267
MAR	464783	148	151573	123	616356	271
ABR	631974	154	644607	151	1276581	305
MAI	745513	210	492277	210	1237790	420
JUN	958303	229	454076	170	1412379	399
JUL	800241	200	696786	231	1497027	431
AGO	646960	161	543580	219	1190540	380
SET	791874	196	685135	220	1477009	416
OUT	496919	110	538730	155	1035649	265
NOV	796459	178	449075	153	1245534	331
DEZ	456672	134	595469	92	1052141	226